

シミュレーションによる系統信号方式の
スルーバンドに関する二、三の考察SOME CONSIDERATIONS ON THROUGH BAND
CONCEPT IN PROGRESSIVE SIGNAL SYSTEMS毛利正光*・本多義明**
By Masamitsu Mōri and Yoshiaki Honda

要 旨 本報文は Through band width 最大の尺度より計算した最適 Offset についてシミュレーションを実行したものである。このシミュレーションによって、従来、系統信号方式の効率を決定する尺度として用いられた Through band が果たして、交通流の円滑化の尺度となりうるかについて遅れ、停止回数との関連から評価した。モデルとして名古屋市の西部環状線を対象とした。その結果従来用いられてきた Through band はかならずしも現実の交通状況に適合した概念とはいえないことが知られた。

1. ま え が き

都市における街路網は自動車交通量の増大につれて、年々混雑の度を深めている。これに対し、これらの街路網は一部、立体化が実施され計画されているが、実行しうるのは特定の場所に限られるため交通混雑を解消するには十分ではない。これらの対策にもかかわらず渋滞は増加の傾向を示してきている。さらに、最近における渋滞は点から線へ、線から面へと拡大の様相を示している。

このような交通渋滞の慢性化に対して、街路の効率的な交通処理方式が必要とされるが、この需要に答えるのが系統信号方式である。また渋滞の面的な広がりに対しては、最近では面制御による処理方式が用いられてきている。

系統化の目的は、各交差点の信号機間の現示時間のずれの設定によって交通流を円滑にさばくことである。

系統化のための制御の対象となる要素は信号周期、スプリットおよび Offset である。これらの各要素を適当に組み合わせて最適解を得ることが系統化の手法であるが、一方、制御の効率を何によって評価するかという問

題がある。

従来、系統化路線の効率を評価する尺度としては、Through band width が一般的に用いられており、これについては種々の研究がなされている^{1)~5)}。しかし、果たしてそれが信号最適化の基準として適しているか否かについての検討は十分になされているとはいえず、とくに、Through band width と遅れの関連性についての研究はほとんどなされていない。さらに、前述したように交通状態の変化とともに、交通処理の形も線処理から面処理（面制御）に変化してきており、Through band によって最適解を得ることは事実上不可能となる場合もあることが報告されている⁶⁾。

このような欠点を有する Through band に代わる他の尺度としては、走行車の遅れ、停止回数などが考えられるが⁶⁾、これらの尺度を用いる前に Through band と遅れ、あるいは停止回数の関連性を明確にしておく必要があろう。

本報告では先に⁶⁾示した Through band の尺度から計算した最適 Offset について、シミュレーションを実施し平均走行時間、平均遅れ、各交差点における停止回数などを求め、さらに道路試験車により対象とするモデル路線に対して求めた各データの実測値との比較を行った。

さらに、Through band を尺度として用いる場合には一つの最適 Offset に関しては系統速度は大きな変動はしないという仮定があるが、このさい、系統速度が ± 5 km/h 変化した場合でも Offset を変化させないとするならば、その場合の平均走行時間、平均遅れ、各交差点における停止回数などの程度の変化をうけるかについてもシミュレーションを実施し、系統速度の変動がどの程度走行状態に影響するかについて考察した。

最後に、Through band と遅れの直接的な関係を調べるためにシミュレーションを行ない、果たして Through band の大きな Offset で平均遅れ、停止回数が小さい

* 正会員 工博 名古屋大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工修 名古屋大学助手 工学部土木工学科

のかという疑問についても検討した。

2. 交通流のモデル化

(1) 交通流の発生

本計算に用いた一様乱数は式(1)の合同式によった。

$$RN_n = 23 \cdot RN_{n-1} \pmod{10^8 + 1} \dots\dots\dots(1)$$

交通流が自由走行の状態であれば、その到着分布形は指数形と仮定できるので、RN を [0, 1] の一様乱数として、

$$RN = e^{-\frac{t-t_0}{\bar{t}-t_0}} \dots\dots\dots(2)$$

ただし、 \bar{t} : 平均車頭時間 (sec)

t_0 : 限界車頭時間 (sec)

とおけば、

$$t = t_0 - (\bar{t} - t_0) \log RN \dots\dots\dots(3)$$

として、車頭間隔を求めることができる。図-1 に交通量を種々変化させた場合の車頭時間の分布を示す。

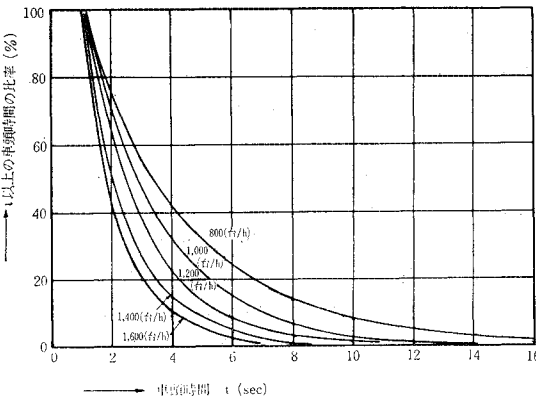


図-1 シミュレーションによる車頭時間の計算

つぎに、

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_i = T' \dots\dots\dots(4)$$

ただし、 Δt_i : 演算の単位時間 (sec)

T' : 前車が流入してから時間間隔 (sec)

とき、 $T' \geq t$ となれば車を流入させるとともに、式

(3) で次車の車頭時間を計算して流入を準備させる。

(2) 走行状態

各瞬間における車の走行状態は前車との車頭間隔、信号表示などによってつぎの4種類に分けられる。

- ① 自由走行車：他車に拘束されず一定の系統速度で走行する車
- ② 停止車：前車が停止または信号表示が赤で走行不可能になったとき減速過程を経て停止している車

③ 減速車：減速過程にある車

④ 加速車：拘束状態を解除され自由走行状態になるため加速過程にある車

上記4種類の状態に応じて各点、各時間ごとにそれぞれ各車の挙動を決定していくのであるが、本計算では加速減速に要する時間をゼロであると仮定してシミュレーションを実施した。それゆえ、ここで得られた値は各交差点の遅れ、あるいは系統区間の走行時間の絶対値を与えるものではなく、Through bandwidth の変化に対する遅れ、走行時間の相対的な変化を表わすこととなる。

3. 信号表示の方法

系統路線上の各信号の周期は一定でスプリットは各交差点で決定するものとすれば、図-2 より

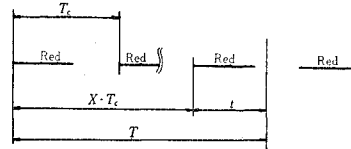


図-2 信号表示の方法

$$X = \left[\frac{T}{T_c} \right] \dots\dots\dots(5)$$

$$t' = T - X \cdot T_c$$

ただし、 $[]$: ガウス記号

T : 演算時間 (sec)

T_c : 信号周期 (sec)

X : 演算開始よりの周期数

ここで、 t_r , t_g をそれぞれ Offset 0 の信号を基準にした場合の赤・青信号表示開始時間とすれば、信号表示はつぎの判断により可能となる。

$t_r \leq t' \leq t_g \rightarrow$ 赤信号

その他の場合 \rightarrow 青信号

4. シミュレーションの実施

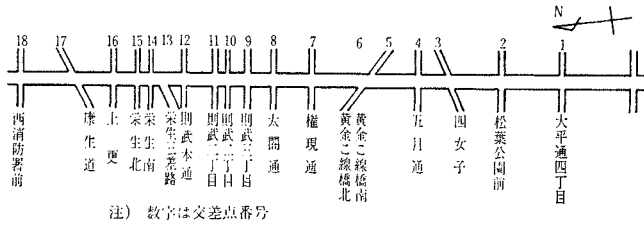
(1) Study Area の概要

モデルの対象としたのは図-3 に示す名古屋市の西部環状線であり、全長 7.2 km、片側 2 車線道路で系統化の対象となるのは 18 カ所の交差点である。

太平通 4 丁目交差点を基準とした各交差点までの距離、赤時間配分率および各信号の Offset (周期 70 秒、系統速度 40 km/h での最適 Offset) を表-1 に示す。

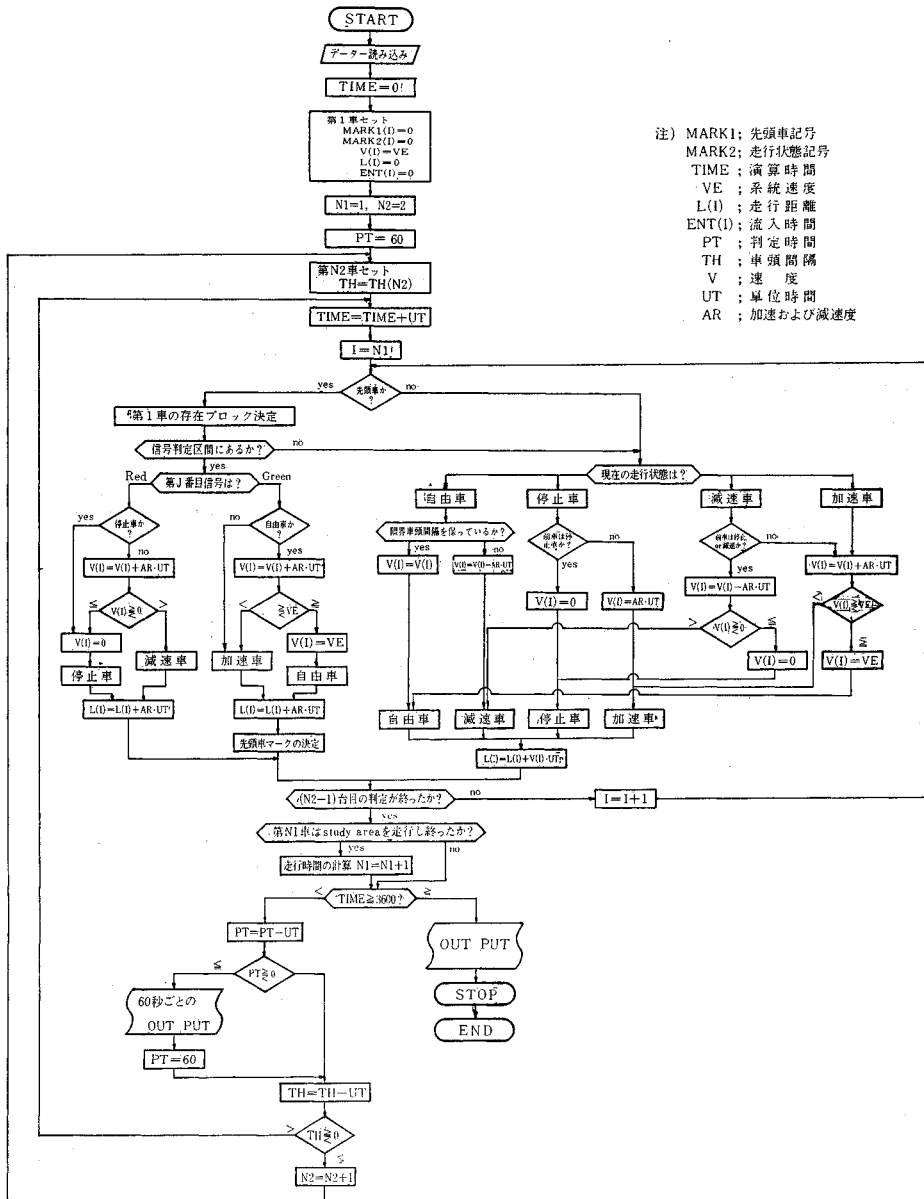
(2) シミュレーション実施の概要

シミュレーションに用いた Flow-chart は図-4 に



注) 数字は交差点番号

図-3 西部環状線 (系統化区間)



注) MARK1; 先頭車記号
 MARK2; 走行状態記号
 TIME; 演算時間
 VE; 系統速度
 L(I); 走行距離
 ENT(I); 流入時間
 PT; 判定時間
 TH; 車頭間隔
 V; 速度
 UT; 単位時間
 AR; 加速および減速度

図-4 シミュレーションの Flow chart

(注) Flow chart は減速車・加速車を考慮に入れてあるが、本報告における計算では除いてある

表-1 各交差点の赤時間配分率と位置

交差点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
赤時間配分率 (%)	30	40	32	40	30	30	40	56	30
距離 (m)	0	590	1 175	1 575	2 270	2 575	3 285	3 730	4 015
Offset	0	1/2	1/2	0	1/2	0	0	1/2	0
交差点番号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
赤時間配分率 (%)	30	30	40	30	30	30	60	30	50
距離 (m)	4 225	4 380	4 825	5 315	5 485	5 653	6 610	6 520	7 225
Offset	0	1/2	0	1/2	0	0	1/2	0	0

示すとおりであるが、信号周期、系統速度、各交差点位置、交通量に関して入力情報を与えれば、それらに対応する平均走行時間、平均遅れ、各交差点停止回数が求められる。計算は1秒ごとにすべての車についてその瞬間の走行状態を判定し、あらかじめ決定してある走行速度で各車の位置を移動させた。このさい、各車の位置を示すために全路線を交差点で分割しそれぞれの区間に番号をつけて示した。

各車は計算機内においては1台の車に対してそれぞれ5語のメモリーを配当しこれに基づき示すような諸元を納めた。

- ① 車の番号 (流入順)
- ② 走行状態
- ③ 車の位置
- ④ 流入時刻
- ⑤ 基準点からの距離

これらの値は演算1分ごとに Type out されたが、そのさい同時に各交差点での停止回数も計算された。

以上の演算のためのプログラムは FORTRAN に頼ったが、入出力関係を除いた基本部分のみで約300ステートメントを必要とし、演算時間は実走行時間の1/8程度であった。

前述した主旨にしたがって今回の計算ではつぎの3通りの方法で入力を与えて行なった。

① 系統速度 40 km/h、信号周期 70 秒の場合の最適 Offset⁵⁾ を用い交通量を 800 台/h~1 400 台/h まで変化させて、平均走行時間、平均遅れ、各交差点停止回数を求める。

② 上記①の Offset を用いて、交通量を 800 台/h~1 400 台/h 変化させるとともに、系統速度を ±5 km/h 変化させて、系統速度 35 km/h、45 km/h の2通りの場合について上記①と同じく各値を求める。

③ 系統速度を一定 (50 km/h) に保ち、Through band width が 31%、25%、20%、15%、12% となるような最適 Offset についてそれぞれ平均遅れ、交差点停止回数を求める。

5. シミュレーションの結果

(1) 交通量の変動による影響

a) 平均走行時間および平均遅れ

表-2 におけるシミュレーション対象台数は演算が定常状態になった後の台数である。また、平均走行時間は停止時間をも含んだ値である。平均遅れは無停止で通過した場合に対する遅れの1台あたり平均値である。

b) 交差点停止回数

表-2 にシミュレーション実施中1分間ごとの車の状況を out put することにより得られる停止の回数を合計

表-2 シミュレーションの結果 (系統速度 40 km/h)

交通量 (台/h)	シミュレーション対象台数 (台)	平均走行時間 (sec)	平均遅れ (sec)	延滞停止回数 (回)
800	153	771	121	59
1 000	200	786	136	83
1 200	225	810	160	92
1 400	245	823	173	119

表-3 各交差点の停止台数および停止率 (系統速度 40 km/h)

交差点番号	交通量 800 台/h		交通量 1 000 台/h		交通量 1 200 台/h		交通量 1 400 台/h	
	①	②	①	②	①	②	①	②
1	16	27.1	17	20.5	20	21.7	21	17.6
2	14	23.7	19	22.9	21	22.8	32	26.9
3	5	8.5	8	9.6	6	6.5	10	8.4
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	8.5	10	12.0	7	7.6	12	10.1
6	2	3.4	6	7.2	7	7.6	7	5.9
7	6	10.1	7	7.4	7	7.6	7	5.9
8	2	3.4	6	7.2	7	7.6	7	5.9
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1.7	1	1.2	4	4.3	6	5.0
11	2	3.4	1	1.2	2	2.2	2	1.7
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	3.4	1	1.2	2	2.2	2	1.7
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4	6.8	7	8.4	9	9.8	13	10.9
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
計	59	100.0	83	100.0	92	100.0	119	100.0

注) 上表において①は各交差点の停止回数を②は停止率 (%) を示すものとする。

した値が示されているが、これにより路線の混雑の状態が明らかとなる。また表-3には各交差点の停止台数および停止率が示されている。

(2) 系統速度の変化による影響と考察

系統速度が交通量、密度、その他の道路条件によって変化した場合に Offset を一定に保つとするならば、どの程度それが平均走行時間、平均遅れ、交差点停止回数に影響するかについて前記の Offset を用いて、系統速度を ±5 km/h 変化させて考えてみた。

これらの結果は表-4、表-5に示すとおりであるが、表-2の値と比較すると 35 km/h の場合、平均遅れ、延停止回数の値がかなり大きくなっており、また、45 km/h の場合には平均遅れは大して変わらないが延停止回数に大きな相違がみられる。また、各交差点の停止率

表-4 シミュレーションの結果

(a) 系統速度 35 km/h				
交通量 (台)	シミュレーション対象台数 (台)	平均走行時間 (sec)	平均遅れ (sec)	延停止回数 (回)
800	134	906	163	169
1000	158	920	177	206
1200	180	934	191	241
1400	196	959	216	229

(b) 系統速度 45 km/h				
交通量 (台)	シミュレーション対象台数 (台)	平均走行時間 (sec)	平均遅れ (sec)	延停止回数 (回)
800	167	741	163	150
1000	205	766	188	180
1200	237	739	161	215
1400	234	743	165	230

にも系統速度により変化がみられ ±5 km/h の系統速度の変化によってもとの Offset パターンが適合しなくなっていることがわかる。

6. モデル路線に関する実測

モデル区間 7225 m に対して名古屋大学道路試験車を用いて、走行時間、各信号停止時間、平均速度、交通量などを実測した。これとシミュレーションの値を直接

表-5 各交差点の停止率

(a) 系統速度 35 km/h					(b) 系統速度 45 km/h				
交通量 (台/h)	800	1000	1200	1400	交通量 (台/h)	800	1000	1200	1400
1	9.5	7.8	8.3	6.6	1	11.3	11.1	9.8	8.1
2	9.5	7.3	7.9	11.4	2	7.3	5.6	8.4	9.2
3	0	0	0	0	3	10.0	10.6	13.5	16.2
4	0	0	0	0	4	16.0	15.0	15.3	9.2
5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
6	15.4	12.6	12.4	6.5	6	0	0	0	0
7	0	0	0	0	7	0	0	0	0
8	27.3	26.7	24.9	25.3	8	19.3	17.2	17.7	22.7
9	0	0	0	0	9	0	0	0	0
10	0	0	2.5	6.1	10	0	0	0	0
11	0	1.0	0.8	2.2	11	0	0	0	0
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0
13	4.7	10.2	7.9	9.2	13	0	0	0	0
14	14.8	13.6	18.7	14.8	14	19.3	21.1	17.7	13.5
15	0	0	0	0	15	0	0	0	0
16	6.5	2.9	2.5	5.2	16	16.7	19.4	8.8	21.1
17	7.1	8.3	5.0	2.6	17	0	0	0	0
18	5.3	2.9	2.5	2.6	18	0	0	0	0

注) 停止率とは全停止回数に対する各交差点の停止回数の百分率である。

表-6 実測結果一覧表 (表中の数字は各交差点の停止時間 (sec))

実測 昭和 42 年 9 月 20, 22 日

交差点番号	実測回数	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	総停止時間 (sec)	停止回数 (回)
1		24	42	0	0	32	14	0	20	132	5
2		0	15	0	12	9	0	0	0	36	3
3		13	0	0	0	6	0	0	5	24	3
4		0	0	0	0	7	14	0	10	31	3
5		0	0	0	0	0	10	0	0	10	1
6		0	14	3	13	9	14	0	15	68	6
7		0	38	43	55	0	45	0	54	235	5
8	113	64	45	57	11	0	15	55	360	7	
9	0	0	0	9	0	0	0	0	9	9	1
10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	1
11	0	0	0	0	0	14	0	0	14	14	1
12	0	0	0	0	45	0	45	0	90	90	2
13	0	64	70	0	0	65	0	70	269	4	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	92	55	0	0	0	0	0	0	147	2	
17	5	0	0	0	0	3	0	0	8	2	
18	0	99	107	0	0	65	78	30	379	5	
総停止時間 (sec)		247	391	268	146	119	244	138	269		
走行時間 (sec)		1073	1151	1062	965	813	986	800	1010		
交通量 (台/h)		1829	1630	1365	1550	1527	1002	1519	1257		
交通流の平均速度 (km/h)		23.7	22.2	25.0	26.4	31.4	25.4	31.0	25.1		
試験車の平均速度 (km/h)		24.2	22.6	25.7	27.0	32.0	26.4	32.5	25.8		

比較することはシミュレーションの仮定条件からも妥当ではないが大勢を見比べることはできるし、交差点の混雑の程度などはある程度の比較も可能であろう。

実測結果は表-6に示すとおりである。また、平均走行時間、平均遅れを8回の実測で平均すると表-7のようになる。

表-7 実測データの平均値

太平通4丁目 →西消防署前	1車線あたり 交通量	交差点におけ る停止時間	平均走行時間
	730台/h	228sec	976sec

7. 検 討

(1) シミュレーションの値と実測値との比較

シミュレーションの結果と実測データの計算結果を比較するわけであるが、その場合それらの値を単に比較するだけでなくシミュレーションを行なうに際しての仮定条件について、すなわちシミュレーションと現実の交通状況との相違点について考慮する必要がある。シミュレーションにおいては、

- ① 出発、停止の際の速度変化が考慮されていない。
- ② 追越しが許されない。
- ③ 車種混が考慮されていない。
- ④ 交差点での右左折車を0とみなすとともに、側道からの流入を考慮していない。
- ⑤ 系統路線は1車線としている。
- ⑥ 信号表示は赤青2種類としている。
- ⑦ 系統路線への流入交通はすべて、第1交差点手前で流入している。

上記の点に関して現実の交通現象では、

- ① 速度変化のため停止、発進において損失時間が生じる。
- ② 追越しがかなり生じている。
- ③ モデル路線では大型車混入率が約11%である。
- ④ たとえば、上更では左折車最高31%、右折車最高35%であり、太閤通ではそれぞれ15%、16%である。これら右左折車の影響はみのがすことができない。
- ⑤ モデル路線は2車線であり②の追越しが自由である。
- ⑥ 黄信号、右左折専用信号の表示がある交差点もある。
- ⑦ 現実には第1交差点へ入る前すでに信号交差点を通過しているのかかなりの車団波が形成されている。

また、シミュレーション実施中に1分間ごとに各交差点間の停止車の台数を out put した。

表-4によれば流入点近くの交差点で比較的停止率が多くなっているが、これは第1交差点近くで車を流入させているためと考えられる。このための補正としては、たとえば対象区間について前端と後端を結合させるという方法⁷⁾も考えられる。

これらの点について考慮すると、

○平均走行時間および平均遅れについて

シミュレーションの値として、表-2の交通量800台/hの値が771秒であるのに対して実測では交通量730台/hの値は976秒である。これは前述した速度変化の影響および右左折車を除いたことによるものと考えられる。平均遅れについても同じことがいえる。

○交差点における停止について

シミュレーションによれば、太平通4丁目と松葉公園で大きな値がでたがこれは前述の⑦の原因によるものと考えられる。しかし、その他はかなりよく近似している。

(2) 系統速度の変化による影響

○平均走行時間および平均遅れについて

表-2は系統速度40km/hの場合の最適Offsetによって求められた値であり、Offsetをそのままにして、速度を上下に±5km/h変動させた場合の値は表-4に示すが、これらを比較すると、平均走行速度は当然のことながら35km/hでは減少し、45km/hの場合は増加している。しかし、平均遅れについては両者とも増加しており、Offsetが±5km/hの速度の変化に対応できないことを示している。

○交差点における停止について

表-3と表-5を比較してつぎのことがいえる。

① 系統速度の変化によって各交差点間の停止台数の値はかなり変動する。

② 35km/hと40km/hの場合を比較すると、前者の場合にはNo. 3, 5, 7での停止がなくなりそのかわり、No. 8, 14に集中して生じ、No. 17, 18でも若干生じている。しかし、停止率0の交差点の数は変わらない。

③ 45km/hと40km/hの場合を比較すると前者ではNo. 5, 6, 7での停止がなくなり、そのかわりNo. 14で停止が生じている。停止率0の個所が11と4カ所増加している。

④ いずれの場合にも、No. 1, 2, 8, 14, 16の交差点ではかなりの停止率がある。このうちNo. 1, 2は流入点付近の影響があるとしてもNo. 8太閤通、No. 14栄生南、No. 16上更での状況は実測データとよく一致している。太閤通は系統化区間では最も交通量の多い交差点であり、栄生南は立体交差の個所でbottle neckになっている。上更は交差道路の交通量の多い個所である。

⑤ ±5 km/h の系統速度の変化は遅れ、停止率をかなり変動させるものであり、交通流円滑化のためには、その都度、最適 Offset を用いる必要があると思われる。

8. Through band と遅れ、停止回数に関する考察

系統化方式の処理は今後 program formation 方式へと移っていくものと思われるが、その際には、従来用いられてきている Through band width 最大の基準ではつぎのような問題点が生じてくる。すなわち、

- ① Through band width が大きくなるほど遅れが小さくなるのか？
- ② 面制御の場合には制御対象となる信号機は当然多くなるが、その場合実用上意味のある Through

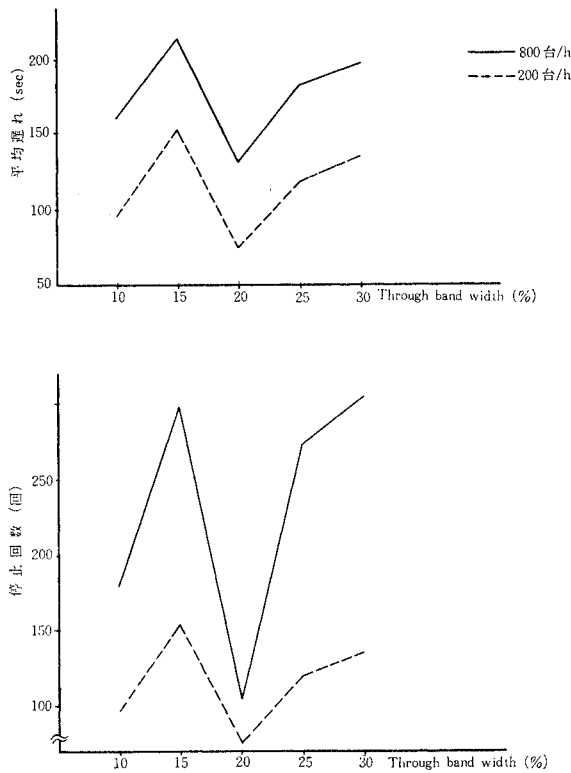


図-5 Through band width と平均遅れ、停止回数の関係

band width が得られなくなるのではないか？

このうち、①の疑問である Through band と遅れ、停止回数 の関係を求めるために表-8 に示す5段階の Through band width に関して Q=200 台/h, 800 台/h でシミュレーションを実施した。

結果は 図-5、表-9 に示すとおりであるが、相関はほとんどみられず Through band が大きくなれば遅れが小さくなるという保証はほとんど得られないことがわかった。すなわち、図-5 よりも明らかなように交通量が種々変化した場合においても Through band width 20% において遅れ、停止回数ともに最小値を示しており大きな Through band が必ずしも遅れ、停止回数の値を小さくするものではなく、むしろ交通量とか信号周期などの影響が入ってくるものと考えられる。この意味からも、系統化の効率を決定する尺度としては Through band という幾何学的尺度よりも遅れ、停止回数などの現実の交通状況に適した尺度を用いる方がよいと思われる。

なお、交通量の影響については交通量が Through band 内に納まる程度に低い場合には Through band width と遅れの間にはかなりの相関のあることが報告されている⁹⁾。

表-9 シミュレーションの結果

Q=200 台/h						Q=800 台/h					
No.	TBW (%)	対象台数 (台)	平均遅れ (sec)	停止回数 (回)		No.	TBW (%)	対象台数 (台)	平均遅れ (sec)	停止回数 (回)	
1	31	44	137	134		1	31	160	199	309	
2	25	43	120	109		2	25	169	185	272	
3	20	46	75	49		3	20	184	132	105	
4	15	43	154	112		4	15	166	214	300	
5	12	44	99	65		5	12	177	161	180	

9. 問題点の整理

(1) Through band width の有効性について

本報文では、第1に最適 Offset が系統速度、信号周期の変動に対してどの程度安定性を有するのか、第2に、Through band width が大きくなるにつれて遅れ、停止回数は減少するのかについて考察した。

表-8 シミュレーションに用いた Through band width とその最適 Offset

No.	TBW	(sec) (km/h) 信号系統 周期速度	交 差 点 番 号																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	31	80-50	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	
2	25	60-48	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	
3	20	70-50	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	
4	15	95-50	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0	
5	12	75-50	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0	

注) TBW=Through band width

考察の結果、交通量を種々変化させても、遅れ、停止回数は Through band width とは何らの相関性がないことが明らかとなった。すなわち、Through band width そのものの値は単に幾何学的に大きな band が得られるだけで、遅れ、停止回数大きさを何ら規定し保証するものではないことを示している。

また、先に問題とされた交通量の変化によって、すなわち、交通量が増加するのにもかかわらず、遅れ、停止回数は逆に減少の様相を示している点についてはこのような交通量に関しての不規則性こそが交通量を効率決定の際のファクターより除いたという Through band width の持つ特異性であるといえる。換言すれば、このような Through band width の観点からは一見最適と思われる Offset も交通量の変化に対応できない Through band width という尺度を用いているため交通量が変動する場合には非常に不都合なものといえる。

それゆえ、今後、系統化問題を考えていく場合には、交通量を考慮したうえで（たとえば文献 9）では停止モード、遅れモードなどの概念が用いられている）、遅れ、停止回数などを最適化の尺度と考えていく必要がある。

（2）今後の研究方向について（残された問題点）

本研究は以上述べたような点を考慮した上で、単一路線に対してシミュレーションにより Through band の値について検討したものである。しかし、研究を進めていくにつれて、つぎの点について、さらに検討を深めていく必要性を痛感した。

① シミュレーションの技法に関して

シミュレーションに用いられた仮定をできるかぎり現実の交通状況に近づけること。また、系統速度の変化に対して、各信号の Offset を自由に变化させるプログラムを作ること。

② 遅れ、停止回数に関して

遅れ、停止回数をどのように、最適 Offset 決定のファクターとしてとり入れていくかについて、単一路線について検討を加える。

③ 面制御について

遅れ、停止回数を基準として、交通量により街路網に関して各信号交差点の最適 Offset を決定する。

10. あとがき

本報文は著者らが 1965 年より行なってきている系統化問題の実測値および計算値の中間発表であり先に報告⁹⁾した研究に関連がある。

系統信号方式についてのシミュレーションに関する報告は少ないのでここに取りまとめたが、いまだ十分とはいえず、今後研究が進みしだい別の機会にまとめていきたい。

この報文作成にあたってはシミュレーションのプログラムをはじめ終始適切な指導を仰いだ防衛大高田 弘教授に感謝の意を表したい。また文献 6) についてはとくに全般的な参考とさせていただいた。著者に敬意を表したい。さらに本研究の初期よりの協力者である中日本建設コンサルタントの遠藤賢三君、愛知県の本山秀明君にも感謝する次第である。

最後に、本報文作成にあたって協力を得た名古屋大学文部技官 小野 宏（現名古屋工業大学大学院生）、住田等両君の入念な作業に謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) Morgan, J.T., Little, J.D.C.: Synchronizing Traffic Signals for Maximal Bandwidth Opns. Res. 6, pp. 896-911 (1964)
- 2) Little, J.D.C.: The Synchronization of Traffic Signals by Mixed-Integer Linear Programming, Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts (1965)
- 3) 高田 弘・栗木 譲: 系統信号方式による街路交通制御に関する一考察, 土木学会論文集, 第 124 号, pp. 11-20 (1965)
- 4) 越 正毅: 交通信号の路線系統化について, 道路, pp. 354-362, (1965 年 5 月号)
- 5) 毛利正光・本多義明・遠藤賢三: 路線系統化の理論とその応用, 土木学会論文集, 第 145 号, pp. 23-32 (1967)
- 6) 越 正毅: 交通信号の系統制御 オフセット・パタンの一解法, 土木学会論文集, 第 147 号, pp. 40-47 (1967)
- 7) 高田 弘: 電子計算機を利用したシミュレーションによる道路交通流の解析, 土木学会論文集, 第 124 号, pp. 28-41 (1965)
- 8) 浜田 喬・林 園子・猪瀬 博: 通過帯を与える信号機制御方式のシミュレーションによる評価, 交通工学, Vol. 3, No 5, pp. 37-47 (1968)
- 9) 越 正毅: 街路交通の面制御手法について, 土木学会第 23 回年次学術講演会講演概要, pp. 443-444 (1968)

(1969.4.16・受付)