

街路網のタイムシェアリングコントロールシステムについて

信州大学工学部 正員

奥谷 巖

〇加島 延行

1. はじめに 都市部交通、特に排気ガスの問題は今さら言うまでもないと思う。現行の街路交差点上の信号規制という旧態以前の方法は力学的な感覚でとらえても非常に抵抗が大きく、また同時期内での排気ガス量の増大を生む原因にもなっていると思われるので、本稿では信号制御を行なわない制御法として、0-1線型計画を用いた発生制御の概略を考察してみることにする。

2. 0-1線型計画による発生制御法とタイムシェアリングコントロールシステムについて

いま、与えられた街路網内での単位時間におけるOD交通量がわかっているものとする。数学的な処理のためすべての発生吸収地点は交差点上にあるとし、各ODの発生を制御する変数として X_i (0 or 1) を考え、これをOD変数と名付ける。全ODペア数を N とすると i は1から N までの番号が付されることになる。OD変数の意味は、1つのODの発生を許す場合を1、そうでない場合を0と考えるわけである。いま、 i 番目ODに対するルートマトリックスを R_i とすると、 $R_i = [l \times m_i]$ (要素は0 or 1, 全リンク数= l , i 番目ODの全ルート数= m_i とする。)となり、 i 番目ODの1から m_i 番目までのルートに対する配分率行列 P_i ($m_i \times 1$) をこれに乘じたものを要素とする行列 $R = [R_1 P_1, \dots, R_N P_N]$ を以下に表われるルートマトリックスとする。次に制約条件として、交差するルートをもつ2つのOD (i 番目と j 番目) の同時発生を許さないという意味で、 $X_i + X_j \leq 1$ とする。例えば、図-1では、 $X_1 + X_2 \leq 1$, $X_2 + X_3 \leq 1$, となるわけである。

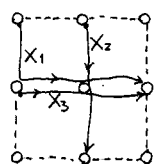


図-1

この方法では与えられたOD交通量を単位時間における発生希望台数と考えるわけで、 i 番目ODの発生希望台数を A_i とすると、街路網内への総発生台数 F は、 $F = \sum_{i=1}^N A_i X_i$, となり、前期の制約条件のもとでこれを最大にする解行列、 X を0-1線型計画によって見つけることになる。このようにして得られた解行列が

がオ1段階に発生を許されるODの集まりとなって、すべての発生が終了するまで何段階かに渡って上と同じ操作が行なわれる事になる。もちろん、オ j 段階ではオ1からオ $j-1$ 段階までに発生を許されたODは、対応するOD変数をすべて0にしておく必要がある。

さて、解行列 X (ただし j はオ j 段階の意味。) が求められたら、各リンク通過台数マトリックス L_j は、 $L_j = R \cdot A \cdot X_j$ (A は発生希望台数を表わす列マトリックス。) として求まる。発生を許された車は最初ある程度非定常的な流れ方をするかも知れないが、いちおう交通流としての定常的なとらえ方をし、各リンク交通容量 C_i ($i=1 \sim l$) より、自由発生割当時間 TF_j の定義として、 $TF_j = \max \{ (L_j)_i / C_i : i=1 \sim l \}$ (ただし $(L_j)_i$ は L_j のオ i 要素) とする。つまりオ j 段階は TF_j の時間だけ発生を許されることが指示されるわけである。しかし、割当時間が終了しても車は街路網内にまだ残っているので、全車が吸収地点に到達するまでは次の発生を許すわけにはいかない。そこで割当時間終了より、次の発生開始までの時間を求める必要がある。その方法として、オ j 段階に発生を許されている全ODの、ルート走行時間を求め、その中の最大値をそ

の時間にあてする事に。ただ注意しなければならないのは、リンク交通量として $(L_j)_i / TF_j$ の値を使用しなければならないという事である。このようにして求めた時間をクリアランスタイム TC_j と名付ける。以上より j 段階の周期 TT_j は、 $TT_j = TF_j + TC_j$ となる。そしてもし、 $\sum TT_j = TT_{total}$ が単位時間を上まわるようなら、 j 段階から各ODの発生希望台数を何%かずつ減少させて単位時間内におさまる様制御し、残りの車は次の時間帯にまわってもらうようにする。これは交通量の時間的変動をなめらかにする効果を生むであろう。

3. 計算例 表-1, 表-2, 図-2の様データが与えられているとする。いまは信号制御を行なわないので、1車線交通容量は車が最小車頭間隔で流れる状態から求めることにすると、 $C = 20 / 2.5$ 台/時/車線(ただし $V = 60 - 0.008Q$ とした。)となる。さらに1つのODに対して今回は直進、左折のみの方によるルートをもつた。OD変数としては、①→②に X_1 、から④→⑧に X_{12} 、までとし、発生希望台数として、 $A_1 = 360$ 台、から $A_{12} = 300$ 台、までとする。以上より制約条件、目的関数は、 $\sum X_i + X_{15} \leq 1, \dots$ (以下計36個、 $F = \sum_{i=1}^{22} A_i X_i \rightarrow \max (X_i = 0 \text{ or } 1)$)となり、これを0-1線型計画で解くとその解は、 $X_5 = X_{16} = X_{23} = X_{30} = X_{37} = X_{68} = 0$ 、その他はすべて1、となる。これより $TF_1 = 0.601$ 時間、 $TC_1 = 0.024$ 時間、 $TT_1 = 0.631$ 時間が得られる。次に j 段階としては、この場合残りすべての発生が許される。よって、 $TF_2 = 0.172$ 時間、 $TC_2 = 0.024$ 時間、 $TT_2 = 0.196$ 時間、となる。以上より、 $TT_{total} = 0.827$ 時間、が求まる。また全車走行時間 $\sum T$ は、 $\sum T = 209.4$ 時間、 CO と HC (炭化水素)の総排出量値、 CO 、 HC は、 $CO = 2.927 \times 10^5 g$ 、 $HC = 0.121 \times 10^5 g$ 、(ただし、これは各リンクごとに求めた速度と全車走行時間より、表-4を参考にして求めた排出量値を合計したもの。)がそれぞれ求まる。以上の結果を、比較のため信号制御のもとでの全車走行時間と総排気ガス量値と共に、表-5にまとめておく。信号制御のもとでの排気ガス量値算出にあたっては、表-3と表

表-1 リンク車線数(リンク長)

リンク	車線数	リンク長(km)
1	0.30	1
2	0.20	3
3	0.30	1
4	0.20	2
5	0.30	2
6	0.30	2
7	0.45	3
8	0.45	3
9	0.35	2
10	0.35	2
11	0.50	3
12	0.40	3
13	0.50	1
14	0.40	2
15	0.45	2
16	0.45	2
17	0.25	2
18	0.35	3
19	0.60	2
20	0.60	2
21	0.35	3
22	0.40	3
23	0.55	1
24	0.40	2

表-2 OD交通量(台/時)

OD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	360	360	120	360	360	450	250	250	
2	110	290	110	360	240	100	400	320	
3	110	360		110	240	370	100	320	50
4	120	360	360		360	360	280	250	250
5	110	240	290	110		290	100	320	320
6	110	240	290	110	350		100	320	320
7	550	180	180	350	180	180		450	450
8	80	340	260	60	80	260	350		450
9	80	300	260	60	100	260	350	300	

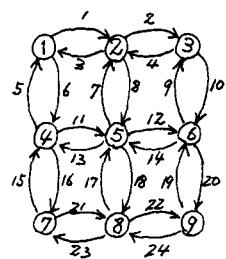


図-2 街路網図

表-3 都市内代表的走行サイクル

走行タイプ	加速	定速	減速	停止
平均	22.2	36.2	21.6	20.0
割合	22.2%	36.2%	21.6%	20.0%

表-4 都市街路における排出量

速度条件	CO排出量(g/min)	HC排出量(g/min)
アイドリング	15.9	1.66
加速	24.8	6.57
30	24.0	1.03
40	22.0	1.14
50	22.1	0.93
60	18.3	1.02
減速	5.6	0.66
(km/h)	(g/min)	(g/min)

表-5 全車走行時間とCO, HC排出量値

	0-1制御	$\bar{v} = 15 \text{ km/h}$	$\bar{v} = 20 \text{ km/h}$	$\bar{v} = 25 \text{ km/h}$	$\bar{v} = 30 \text{ km/h}$
全車走行時間(h)	209.4 (1.0)	938.9 (4.5)	704.2 (3.4)	563.3 (2.7)	469.5 (2.2)
CO総排出量($\times 10^5$)	2.927 (1.0)	10.354 (3.5)	7.765 (2.7)	6.212 (2.1)	5.177 (1.8)
HC "	0.121 (1.0)	1.761 (4.6)	1.320 (10.9)	1.056 (8.7)	0.880 (7.3)

4. 結び

概算ではあるが、いちおうこの方法によって高い制御効果が得られることがわかった。今後の課題としては、制御法の具体案や歩行者の問題等についての検討が残されている。

[参考文献] * 米谷, 奥谷「交通発生の抑制による交通制御」 土木学会年次講演概要集(S.46.10)