

佐賀大学工学部 学生員 ○本木文彦
佐賀大学工学部 正員 高田 弘

1. まえがき

現実の街路網の交通パターンは、個々の自動車が発源地から目的地へ間を最小所要時間で走行するパターン (user-optimized pattern) である。しかし、その交通パターンが必ずしも街路網の運用面からみて効率的パターン (system-optimized pattern) とはかぎらない。そこで効率的制御 (総所要時間最小等) が必要となる。しかし最近交通による環境悪化 (排気ガス, 騒音, 振動等) の問題を生じ、街路網の運用面からのみではなく、その沿道に対する交通環境の面からの制御も必要となっている。そこで、本稿では、街路網の運用面と交通環境の両面から考慮した制御について考察を行ったものである。

2. 道路環境度関数と環境容量

交通環境の悪化は、道路交通による排気ガス, 騒音, 振動等に生起するものであるが、その主要因は交通量にあると考えられる。交通量の増加とともに交通環境は悪化するものと考えられる。そこで、ここでは各リンクごとに図-1に示すような交通量の1次式として表わされる道路環境度関数なるものを考える。 e_j は、リンクjの道路環境度、 q_j は交通量を表わす。 q_j は環境許容度で、住宅地域, 工業地域などの沿道条件によって決まるものと思われる。 k_j は道路条件 (幅員の大小等) により決まるもので、ここでは道路環境係数と呼ぶことにする。環境許容度と道路環境係数が決まれば、環境許容度に対応する交通量 すなわち環境容量を(1)式により求めることができる。

$$C_j = \frac{a_j}{k_j} \quad \text{--- (1)}$$

C_j : リンクjの環境容量
 a_j : リンクjの環境許容度
 k_j : リンクjの道路環境係数

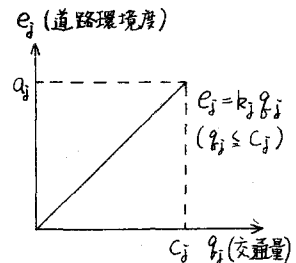


図-1 道路環境度関数

この環境容量の考え方は、交通量を環境容量以内に抑えることにより、交通環境を環境許容度内に抑えるようにするものである。

3. 制御方式

ひとつのOD間に数本の経路を設定し、各経路流量を変数として経路制御を行なう。制御方式として次の3種類を考える。(i)環境容量を設定し、総所要時間最小を目的とした制御を行なう。(ii)環境容量を設定し、街路網全体の環境度最小を目的とした制御を行なう。(iii)環境容量を設定し、(i)(ii)の両者を一定の重みで組み合わせた制御を行なう。次に、それぞれの場合について、単一ODの場合のLPによる定式化を行ってみる。

(i) の場合

制約条件	$x_i \geq 0$	---	(2)	x_i : 経路iの流量, q : OD交通量, $\sum x_i$: 全経路流量
	$\sum x_i = q$	---	(3)	m_i : 経路iのリンクのうちで最小の環境容量
	$x_i \leq m_i$	---	(4)	$\sum x_j$: リンクjにおいて重なる経路流量の和
	$\sum x_j \leq n_j$	---	(5)	n_j : 経路が重なるリンクjにおける環境容量
目的関数	$f = \sum c_i x_i$ (min)	---	(6)	c_i : 経路iの所要時間

ここで、(3)式は、全経路流量はOD流量に等しいという制約条件である。(4)、(5)式は容量制約の条件であり、一般的な定式化では(5)式のように各リンクで容量制約が与えられるが、ここでは経路の重なるリンクについてのみ(5)式で与え、他の重ならないリンクに対しては各経路ごとに(4)式で与える。したがってリンク容量による制

約条件の数は、経路の重合するリンクの数と経路変数の和となる。

(ii)の場合

制約条件 (2), (3), (4), (5)

目的関数 $f = \sum S_i$ (min) -- (7)

(iii)の場合

制約条件 (2), (3), (4), (5)

(S_i : 経路*i*の環境度の和 ($\sum e_{ij}$))

目的関数 $f = w_1 \sum h_i x_i + w_2 \sum S_i$ -- (8) ($w_1 + w_2 = 1, w_1, w_2 \geq 0$)

(iii)の目的関数において、第1項は効率性を、第2項は環境性を表わしている。 w_1, w_2 は、それぞれ効率性、環境性に対する重みであり、その都市あるいは地域の特性に応じて決定されるべきものである。

4. 計算例

図-2に示す街路網について、上記の(i)(ii)(iii)の場合について計算を行った。ODを①→⑦とし、OD交通量は2000であり、①→⑦への経路は、①-②-⑤、①-②-④-⑤、①-③-④-⑤、①-③-⑥-⑦の4本である。図中の(), [], □内の数値は、それぞれリンク走行所要時間、環境容量、流量を示している。また、表-1に各リンクの環境許容度(a_j)、道路環境係数(k_j)を示す。

リンク	1	2	3	4	5	6	7	8	9
環境許容度	1250	1500	2500	1750	500	2500	500	2000	1000
道路環境係数	1.250	0.882	1.389	1.346	0.313	1.786	0.417	1.000	0.526

表-1

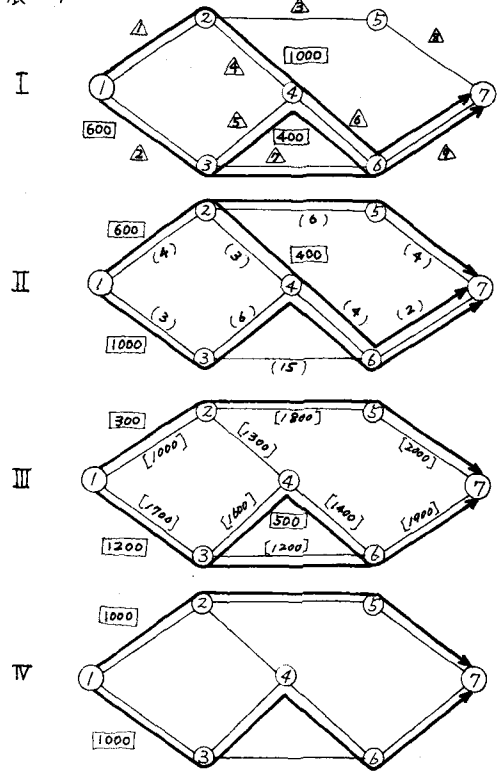


図-2

図-2のIは、環境容量を超えたり範囲で最小所要時間経路にOD交通量を配分したパターンである。IIは、Iのパターンに総所要時間最小を目的とした制御を行ったものであり、総所要時間は、Iの場合の8%減少する。IIIは、Iのパターンに環境度最小を目的とした制御を行ったもので、街路網全体の環境度は、Iの場合より32%減少し、総所要時間は15%増である。IVは、総所要時間と環境度と重み $w_1 : w_2 = 2 : 1$ で組み合わせて制御を行ったものである。この場合、IIの総所要時間最小の場合より総所要時間は1%増加し、環境度は7%減少している。また、IIIの環境度最小の場合より総所要時間は19%減少し、環境度は42%増加する。IVの場合とIIの場合とでは、総所要時間、環境度ともに、それほど差はないが、経路①-②-④-⑤の流量が経路①-②-⑤に配分され、制御パターンは異なっている。

5. あとがき

ここでは、ODを単一ODとしているが、複数ODの場合についても同様に扱うことができる。走行所要時間については、交通量に無関係に一定としているが、環境容量が実際の交通容量よりかなり低く抑えられると思われることから交通量に無関係に一定とした。また、ここではOD交通量が街路網の環境容量より小さい場合について、経路による制御を行ったのであるが、OD交通量が街路網の環境容量を超える場合はOD交通量を抑えること、すなわち発生制御を行う必要がある。道路環境度関数については、今後、排気ガス、騒音、振動等を考慮して研究の必要がある。交通環境の問題は、まだ未解決の問題が多くこの方面での研究が必要である。また、ここでは実際の制御法については触れていないが、別に検討する必要がある。

参考文献：雨村昂，道路網の環境交通容量に関する一考察，第29回土木学会年次学術講演会概要，第4部，1974