

京都大学工学部 正員 米谷栄二

〇 奥谷 巖

1. まえがき 今日の交通混雑の基本的原因は、個々の自動車相互にまったく何の関連もなく発生することから、時刻により街路あるいは街路網の容量以上に車の交通需要が生ずることにあると考えられる。かかる場合に、交通信号機を始めとするいかなる機器的手段を講じても、そうした交通需要を前提とする限りにおいては、交通混雑は不可避である。したがって、こうした場合の混雑防止策としては、全体の交通需要を減少させることが根本であろう。交通需要を減少させるということは、すなわち全体の交通のうち、その何割かの交通の発生を抑制することであるから、ドライバーの自由束縛感を免かれなれないと思われるが、その代わり一担走行が許されれば渋滞を被むことなく目的地に到達できるようにしようということである。本稿は、このような交通発生¹⁾の抑制による交通制御の方法について、都市内高速道路の流入制御の理論を参考に、基礎的な考察を試みたものである。

2. 制御理論 (I). まず最初に、対象とする街路網を流れる交通のルートが、ODペアごとに幾本か決っており、かつ、それらのルートへの配分率がわかっている場合について考えてみる。すなわち、いま図-1に示したような街路網で、各交差点を交通の発生吸収地点とするとき、たとえば交差点*i*から交差点*j*へ向かう交通のルートが、ルート1、ルート2のように2本あり、それらのルートへの配分率が P_{ij}^1, P_{ij}^2 ($P_{ij}^1 + P_{ij}^2 = 1$)のように与えられるということである。さて、いま

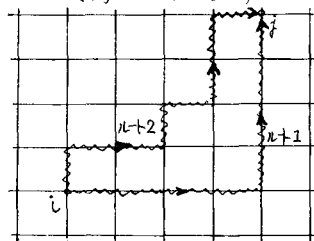


圖-1 街路網

$$T_{ij}; i \rightarrow j \text{ の交通量 } (i, j = 1, 2, \dots, N)$$

K: OD間のルート数。各ODごとにルート数は異なってもよいが、定式化の都合上一定数とする。

P_{ij} : i で発生した交通のうち j へゆく割合。 P_{ij}^* : $i \rightarrow j$ の交通のうち最良ルートへの配分率。

C_k : 各リンクに番号を付すものとしたとき、第 k 番目リンクの容量 (リンク総数を L とする)

と定義する。また、 $i \rightarrow j$ の OD 交通に対するルートマトリックス R_{ij} を

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} \text{il} \rightarrow 1 & 2 & 3 & \dots & L \\ \text{il} \rightarrow 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ \text{il} \rightarrow 2 & 0 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{il} \rightarrow K & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

と表わす。ただし、このマトリックスの要素を r_{ij}^{kl} とするとき、

$r_{ij}^{kl} = 1$; $i \rightarrow j$ の交通に対する l 番目のルートに第 k 番目リンクが含まれる場合.

$$r_{ij}^{rel} = 0; i \rightarrow j \text{ OD 交通に対する最番目ルートに第 } i \text{ 番目リンクが含まれない場合}$$

なるものとする。なお、 $i \rightarrow j \in D$ 交通に対するルートが J 本 ($J < K$) しかない場合には $J+1 \sim K$ までのルートに対応する要素をすべて 0 とすればよい。ここで、 R_{ij} の第 1 行に P_{ij}^1 を、第 2 行に P_{ij}^2 を、一般に第 J 行に P_{ij}^J を乗じたマトリックスを考え、これを $\tilde{R}_{ij}$ と表わすと、このマトリックスの列和は $i \rightarrow j$ に単位交通量が流れた場合のその列に対応するリンクに配分される交通量と解される。したがって、 $i \rightarrow j$ 交通量が x_{ij} P_{ij}^j の場合には、ちょうどその値倍となるはずである。ここに、 x_{ij} は左の

発生交通量とする。よって、

$$\sum_i \sum_j x_{ij} p_{ij} \bar{R}_{ij} = A \quad (2)$$

において、これに単位ベクトル $e = (1, 1, \dots, 1)$ を左側から乗ずれば、その結果得られる L 個の要素から成る行ベクトルの各要素は、対応するリンクを流れる交通量の総和となる。ここで、

$C = (C_1, C_2, \dots, C_L)$ (3) なるリンクの容量ベクトルを考えると各リンクの交通量が、容量を上回らないという条件は

$$eA \leq C \quad (4)$$

と簡単に表わすことができる。また、 $X = (x_{ij})$, $T = (T_i)$ ただし $T_i = \sum_j T_{ij}$ とすると、当然の関係として、

$$X \leq T \quad (5)$$

$$X \geq 0 \quad (6)$$

が成立する。式(4)、(5)、(6)の条件のもとで、発生交通量をできる限り許すという観点から、対象街路網の総発生交通量

$$F = \sum_i x_i \quad (7)$$

を最大にすることを考える。このような交通発生抑制により、各リンクの交通量が容量を上回ることがなくなり、円滑な交通処理が可能となる。上に示した問題は LP の代表的な問題である。

(2) 上の抑制方式によると、理論的には各発生地臭すべてが何割かづつ抑制されることになり、技術的にむずかしい問題が生じてくる可能性がある。したがって、つぎの問題として、各発生地臭の交通発生を全面的に認めるかあるいは逆に全面的に認めないかという、いわゆる *all or nothing* 方式の場合について考えてみる。そのために、

m_i : 0 または 1 の変数。 i 地臭からの発生を認めない場合 0, 認める場合 1

なる変数を定義すると、まず、式(2)に対応するものとして $\sum_i \sum_j m_i T_{ij} p_{ij} \bar{R}_{ij} = A'$ (8)

が得られる。よって、式(4)に対応して、 $eA' \leq C$ (9) なる条件式をつくること

ができる。また、目的関数 F' は $F' = \sum_i m_i T_i$ (10) となる。したがって、与

えられた問題は m_i を変数とする整数計画法の問題として解くことができる。

(3) ルートを指定しない場合であるが、この場合には、各交差点を発生吸収源、リンクを過渡状態とするマルコフ連鎖の理論により、各交差点での右左折率を与えれば各リンクの交通量がわかるので、これが、そのリンクの容量をこえないという条件で、全体の発生量最大という LP 問題として解ける。

3. 制御方法 技術的な制御方法としては、設定されたゾーンに出入するすべての細街路に信号機あるいは表示板をつけ、それらの表示を制御理論に従って作動させる方法、ラジオ、テレビ等の情報網を利用する方法、鉄道の踏切のような遮断機方式あるいは人海戦術による監視など種々考えられる。

4. おすび ここで述べた理論によれば発生を抑制される地臭(or ゾーン)では常に抑制され、逆に抑制されないところは常に抑制されないという不平等が発生するので、実際的には、時間帯ごとの優先交通を適当に決めて、動的な制御をすることが必要であろう。

参 考 文 献

1). 佐佐木綱, 明神証: 都市高速道路網における流入車制御理論, 交通工学, Vol. 3, No. 3., 1968-5