

## 都市高速道路の流入制御手法の評価

京都大学工学部 正員 明神 証  
 京都大学文学部 学生員 〇川口正敏  
 山口県 重枝 聖

## 1 本研究の目的

本研究は、平常時の都市高速道路における流入制御方式として、従来より提案されている一様制御、比例制御、逐次ランプ閉鎖制御、LP制御の各方式をとりあげ、これら各種流入制御手法の評価を行うことを目的としている。さらに、LP制御においては、待ち時間を制約とした場合の定式化を試み、制御によって生ずる行列長と最大待ち時間との関連について検討を行う。

## 2 手法の記述・評価基準

## (1) 一様制御方式

ある容量超過区間に着目して、その区間に関係するすべての流入ランプに対して、その影響係数の大小にリガわらず、一律に制御する方式で、次のように記述される。

$$\begin{aligned} d_k &= 1 - C_k / X_k^d & C_k: \text{区間} k \text{ の交通容量} \\ X_k^d &= \sum U_i^d Q_{ik} & X_k^d: \text{区間} k \text{ の需要交通量} \\ U_i &= (1 - d_k) U_i^d & U_i^d: \text{ランプ} i \text{ の流入需要} \\ & & Q_{ik}: \text{ランプ} i \text{ から区間} k \\ & & \text{への影響係数} \\ & & U_i: \text{ランプ} i \text{ の流入台数} \end{aligned}$$

## (2) 比例制御方式

ある容量超過区間について、その超過分をその区間の各ランプ流入量の構成比に比例させ、それぞれ異なる比率で各ランプに配分するものである。

$$\begin{aligned} \Delta U_i &= \Delta X_k U_i^d Q_{ik} / \sum U_i^d Q_{ik}^2 \\ U_i &= U_i^d - \Delta U_i \\ \Delta U_i &: \text{ランプ} i \text{ における} \\ & \text{制御交通量} \end{aligned}$$

## (3) 逐次ランプ閉鎖制御方式

各区間交通量の時間遅れを考慮した非定常状態における制御方式として提案さ

れているもので、ある区間で交通容量に達してしまったとすると、その区間に最も早く到達できる流入ランプから順に全面閉鎖を行う方式である。最初の段階で、なおも交通量が交通容量以下におとせぬときは、その次に早く到達することができる流入ランプを閉鎖してゆくという操作をくり返す。

## (4) LP制御方式

## ① 従来のLP制御式

$$\begin{aligned} \text{目的関数: } \sum U_i &\rightarrow \text{Max} \quad (\text{または } \sum U_i \bar{L}_i \rightarrow \text{Max}) \\ \text{制約条件: } \begin{cases} UQ + \varepsilon \leq C \\ 0 \leq U \leq U^d \end{cases} \end{aligned}$$

$\bar{L}_i$ : ランプ  $i$  における平均トリップ長

$\varepsilon$ : 誤差

## ② 待ち時間制約をもつLP制御式

$$\begin{aligned} \text{目的関数: } \sum U_i &\rightarrow \text{Max} \quad (\text{または } \sum U_i \bar{L}_i \rightarrow \text{Max}) \\ \text{制約条件: } \begin{cases} U_0 Q + \varepsilon \leq C \\ 0 \leq U_0 \leq U_0^d \\ U_{(t-\Delta t)}^d - U_{(t-\Delta t)} \leq U(t) \end{cases} \end{aligned}$$

$\Delta t$ : 制御の単位時間

$U_{(t-k\Delta t)}^d$ : 時刻  $(t-k\Delta t)$  における流入需要

$U_{(t-\Delta t)}$ : 時刻  $(t-\Delta t)$  における流入交通量

$k = 1, 2, \dots, N$

そこで  $v(t-k\Delta t) > v(t-\Delta t)$  であるならば時刻  $t$  においては強制的に流入が行われ、長此以上に待ち時間がなることになる。

い、この条件を付加したものである。評価基準としては、①総流入台数、②待ち台数、③平均待ち時間、を採用する。

### 3.放射状モデルへの適用

上述の各種制御方式を放射状路線である阪神高速道路池田空港線に対して適用を試みた。モデルの概要を図-1に示す。

使用データのうち、影響係数と表-1に示す。到着台数については料金徴収所への到着台数を5分単位( $\Delta t=5$ 分)で測定したものを使用し、昭和48年3月13日、午前7時～10時の3時間についてこのデータを採用した。

区間交通容量は1車線当り180台/5分としている。

### 4.結果および考察

各種流入制御方式毎の総流入台数、平均待ち時間と表-2に示す。また、最大行列長と許容行列長と表-3に示す。

LP制御方式においては、台数と台/km最大とについて適用を試みたが、台最大では影響係数は等しいため解が一意的に定まらない。そのため台/km最大による流入交通量を決定した。

表-3の最大待ち行列長と許容行列長の比較により、待ち時間制御が10分以内のとき、待ち行列長が許容行列長に最も近いことが知られる。また、これによって、制御が下流のみに集中するような不自然な状態をかなりさけることもできる。

表-2より、①総流入台数②平均待ち時間に対しては、LP制御の待ち時間制御が最も優れていることが知られる。一様制御、比例制御による結果は、LP制御の各種条件との関連で必ずしも劣っているとはいえない。逐次ランプ閉鎖制御では全面閉鎖のため、各種評価基準に対し最も悪い結果がでている。

### 5.おまけ

今後の課題としては、複数区間の区間で容量を超過した際の逐次ランプ閉鎖制御の手法の検討、並びに環状型モデルへの適用による各種制御方式の検討があげられる。

本研究は、阪神高速道路交通規制委員会での制御方式に関する研究に負うところが大きい。ここに記して、委員並びに幹事のみなさまに御意を表する。

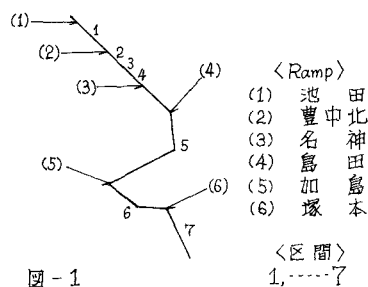


図-1

| 区間 | 池田    | 豊中北   | 名神    | 島田    | 加島    | 塚本    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 0.999 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2  | 0.999 | 0.999 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 3  | 0.978 | 0.988 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 4  | 0.928 | 0.956 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5  | 0.928 | 0.956 | 0.999 | 0.999 | 0     | 0     |
| 6  | 0.928 | 0.956 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0     |
| 7  | 0.928 | 0.956 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 |

表-1 影響係数行列

| 流入台数   | LP制御 (台/km → MAX) |       |       |       | 一様制御  | 比例制御 | 逐次ランプ閉鎖制御 |
|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|
|        | 台/km              | 待ち時間  | 待ち時間  | 待ち時間  | 台/km  | 台/km | 台/km      |
| 総流入台数  | 12539             | 12429 | 12577 | 12548 | 12546 | 8318 |           |
| 平均待ち時間 | 5.6               | 7.4   | 5.7   | 6.1   | 6.1   | 25.3 |           |

表-2 (注) 平均待ち時間は許容流入台数に対して

| 流入<br>ラフ | LP制御 (台/km→MAX) |      |      |      | 一様制御 | 比例制御 | 逐次ラフ<br>閉鎖制御 | 許容行列長 |
|----------|-----------------|------|------|------|------|------|--------------|-------|
|          | 台/km            | 待ち時間 | 待ち時間 | 待ち時間 |      |      |              |       |
| 1        | 0               | 440  | 3    | 293  | 266  | 0    | 406          |       |
| 2        | 0               | 130  | 132  | 104  | 101  | 0    | 66           |       |
| 3        | 0               | 117  | 121  | 81   | 85   | 740  | 130          |       |
| 4        | 306             | 220  | 324  | 200  | 217  | 2459 | 280          |       |
| 5        | 297             | 120  | 170  | 111  | 121  | 1178 | 66           |       |
| 6        | 689             | 169  | 232  | 144  | 152  | 48   | 130          |       |

表-3 最大待ち行列長と許容行列長