# Ⅳ－230　交通量常時観測地点の最適配置に関する考察

九州大学　正員　外井哲志

## 1．はじめに

道路計画の基礎となる交通量調査の方法については，調査結果の利用面ほど研究が進んでおらず，交通量観測地点の配置方法として体系立ったものは見当らない。このため観測地点の決定は現場の技術者の経験に頼るところが大きく，観測体制全般についてみても，必ずしも合理的でない面がある。

現在，交通量常時観測結果をＯＤ交通量の推定，道路交通センサス中間年や冬期（積雪地）の区間交通量推定に利用するなど，種々の活用法が提案されつつあるが，現観測体制では観測地点数の不足，配置の不均衡等のため，上記の活用法に大きな効果を期待できない状況にある。

本研究はこのような観点から，交通量常時観測点の最適配置手法について理論的な考察を試みたものである。

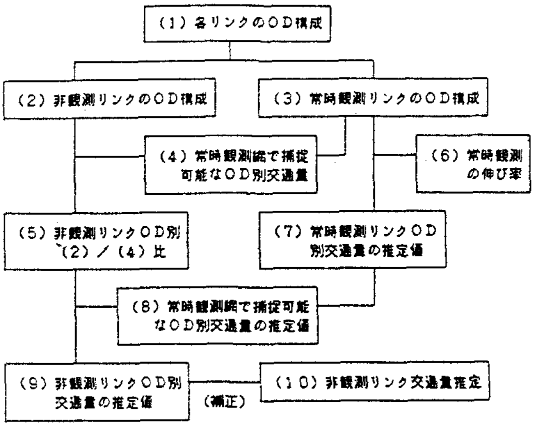
## 2．ＯＤ網羅規準による交通量観測点の最適配置

道路交通センサス中間年における道路区間交通量の推定方法として，『道路網上の各リンクを通過する交通の過去のＯＤ構成率と，現時点での常時観測リンク交通量とを用いて，非観測リンク交通量を推定する方法』が考えられる。その基本フローを図－1に示す。図－1の(9) に示される非観測リンクのＯＤ別交通量の推定値は，常時観測リンク全体で捕捉できるＯＤペアに限定されるため，常時観測網で捉えられないＯＤ交通量が流れるリンクでは，十分な精度での交通量推定は期待できない。ところで，仮に各ＯＤ交通量の少なくとも一部が観測されるように常時観測点が配置されていれば，上記の問題は解決される。以下では，このような考え方（ＯＤ網羅規準）による常時観測点の最適配置について述べる。

## 3．問題の定式化

この問題では各ＯＤ交通の流動パターン(T)，リンク上の観測点の有無(x)，各ＯＤ交通量が観測されるリンク数(c) の関係を定式化する必要がある。この関係は次式で表現できる。

$$\mathbf{T}\boldsymbol{x} = \mathbf{c} \qquad (1)$$




図－1　道路交通センサス中間年における区間交通量の推定の流れ

ここに，

$$\mathbf{T} = [\,t_{ij}\,],\quad t_{ij} = \begin{cases} 1: & i\,\text{ＯＤ交通がリンク}\,j\,\text{を通過する} \\ 0: & \text{通過しない} \end{cases}$$

$$\boldsymbol{x} = \{\,x_j\,\},\quad x_j = \begin{cases} 1: & \text{リンク}\,j\,\text{に観測点がある} \\ 0: & \text{観測点がない} \end{cases}$$

$\mathbf{c} = \{\,c_i\,\}$，$c_i$ ：$i$ ＯＤ交通観測リンク数

式（１）の関係より，本法の配置問題は次のような最適化問題として定式化することができる。

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Minimize} & Z = \sum_{j=1}^{L} x_j \quad (L:\text{リンク数}) \\ \text{s. t.} & c_i = \sum_{j=1}^{L} t_{ij} x_j \geq 1 \\ & \qquad (i = 1 \sim p) \end{array}\right\} \quad (2)$$

## 4．問題の解法

求める解xの要素は全て（０，１）であるから，０－１計画問題の一解法であるBalas の加法アルゴリズム[1]と分枝限定法を併用して解くことができる。式（２）の条件式を変形して次式を得る。

$$\begin{array}{l} -1 + t_{11}x_1 + \cdots + t_{1j}x_j + \cdots + t_{1L}x_L \geq 0 \\ \quad \vdots \\ -1 + t_{i1}x_1 + \cdots + t_{ij}x_j + \cdots + t_{iL}x_L \geq 0 \\ \quad \vdots \\ -1 + t_{p1}x_1 + \cdots + t_{pj}x_j + \cdots + t_{pL}x_L \geq 0 \end{array} \quad (3)$$

この問題は上記のｐ個の不等式を満足する $x_j$（j

＝１～Ｌ）の全ての組合せの中からＺが最小となる組合せを選ぶことである。ここでｐ個の不等式を辺々加えると次式となる。

$$-p+(\Sigma t_{i1})x_1+\cdot\cdot+(\Sigma t_{ij})x_j+\cdot\cdot+(\Sigma t_{iL})x_L \geqq 0 \qquad (4)$$

Ｚを最小にするためには$x_j=1$となるリンク数を可能な限り減らす必要があるが，それには式（４）中の係数（$\Sigma t_{ij}$）の大なる順に$x_j=1$とするのが良い。$\Sigma t_{ij1}$が最大である場合，$x_{j1}=1$を式（４）に代入すると定数が変化する（$-p^{\wedge}=-p+\Sigma t_{ij1}$）。この状態において$j\neq j_1$で最大の係数を探索し，対応する変数を$x_{j2}=1$とする。以下同様の手順で$-p\geqq 0$となるまで計算を繰返し，初期解$x^{(1)}$を求める。$\boldsymbol{x}^{(1)}$は可能解ではあるが最適解である保証はないので，$\boldsymbol{x}^{(1)}$で選ばれたリンクの代替可能性を分枝限定法を用いて探索していく。

以上が基本的な計算過程であるが，リンクがカバーするＯＤ組合せが完全に重複する場合，あるリンクのカバーするＯＤ組合せが他のリンクのそれを包含してしまう場合，リンクとＯＤとが１対１に対応してしまう場合（不可欠リンク）などは，行列**T**の行または列を場合に応じて省くことにより，**T**を縮小できる。この過程は大道路網を対象とする場合に極めて効果的である。

## ５．計算例

前節までの説明を補足する意味で，図－２の簡単な道路網を対象とした計算例を示す。表－１はＯＤペアーリンク行列Ｔである。図－３，４はそれぞれ解の導出過程，計算結果を示したものである。

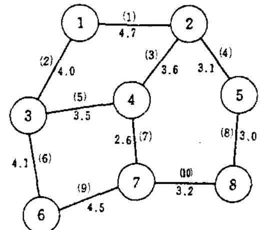
図－３における１～４のリンクは行列の集約により，不可欠リンクとして抽出されたリンクである。次に，Balas の加法アルゴリズムにより，初期解（1,2,3,4,7,9）が得られる。さらに，分枝限定法により第２解（1,2,3,4,7,10），第３解（1,2,3,4,9,10）を得る。


［参考文献］

1)マクミラン著，前田訳；数理計画法入門２，東京図書，ｐ53，1973.10

2)外井；交通量調査地点の配置に関する理論的考察　土木技術資料 28-11(1986)

3)外井；交通量調査地点の配置間隔に関する基礎的研究，土木学会西部支部研究発表会講演集1988.3

（　）内整数はリンク番号
実数はリンク長

図-2　道路網

表-1　ODペア・リンク行列（*T*）

| ODペア＼リンク | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-2 | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| 1-4 | | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| 1-6 | | 1 | | | | 1 | | | | | 2 |
| 1-8 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | 3 |
| 2-4 | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 2-6 | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 3 |
| 2-8 | | | | 1 | | | | 1 | | | 2 |
| 4-6 | | | | | | | 1 | | 1 | | 2 |
| 4-8 | | | | | | | 1 | | | 1 | 2 |
| 6-8 | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| 計 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | |

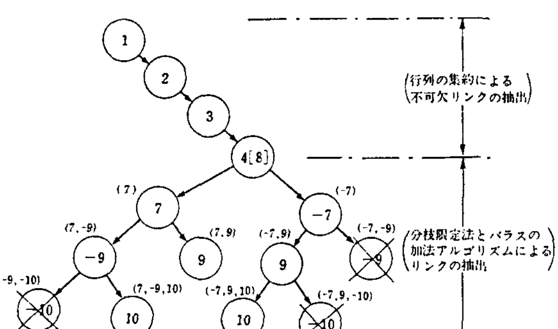
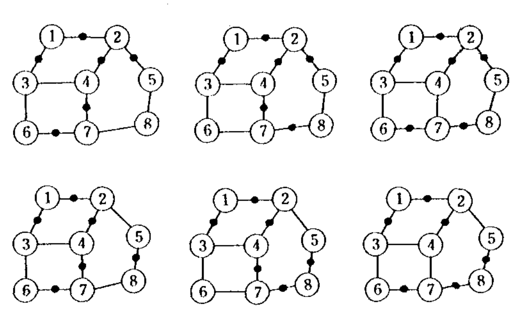



図-3　解の導出プロセス



●……調査地点

図-4　調査地点配置例