

通勤時刻分布・配分同時モデルの改良に関する一考察

名古屋工業大学 学生員 ○上田 聡

名古屋工業大学 正会員 藤田素弘

名古屋工業大学 正会員 松井 寛

1. はじめに

本研究では、ピーク時間帯の道路混雑緩和策に対応できるモデルの一つとして、通勤時刻分布・配分同時モデルを提案しているが、それは時間帯別に交通量配分を行いながら、道路混雑状況によって変動するドライバーの通勤時刻選択を考慮して時間帯別OD交通量をも同時に推定できるモデルとなっており、通勤時刻選択を決定するロジットモデルと時間帯別交通量均衡配分モデルとを結合したものとなっていた。しかし、このモデルは、通勤OD以外のODにおいては出発時間と到着時間の両方が既知なデータが必要となっていたため、本研究では出発時刻のみ既知なデータのOD交通量を利用できるように改良を加えたものである。

2. モデルの構造

ここでは、朝のピーク時間帯を対象にこの時間帯の全需要交通量を通勤目的以外の層と、始業時刻という制約はあるものの、ある程度自由に出発時刻を選択できる通勤目的の層に分ける。そのモデルは図-1のようになる。本モデルでは、図-1右側の、通勤目的で自由に通勤時間を決定できるドライバー（始業時刻は固定）の全OD交通量および、通勤時刻選択モデル（集計ロジットまたは非集計ロジットモデル）と、図-1左側の、通勤目的以外のOD交通量を与件とする。このとき、通勤目的の変動可能な時間帯別OD交通量は交通量配分によって得られたネッ

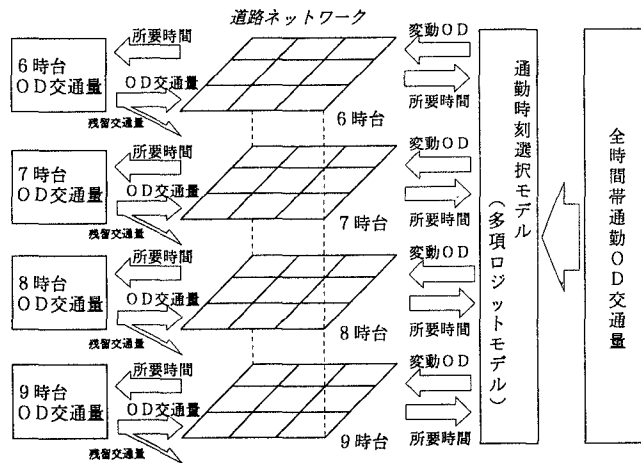


図-1 通勤時刻分布・配分同時モデルの構造

トワークの混雑状況（所要時間）を通勤時刻選択モデルに入力することによって決定する。さらに通勤目的以外のOD交通量は、各時間の終端における残留交通量を、ネットワークの所要時間より算出しながら決定される。

3. 通勤時刻分布・配分同時モデル

通勤時刻分布・配分同時モデルの構造は図-1で説明したとおりだが、このモデルは以下のような数理最適化問題として定式化できる。

$$\text{Min: } F = \sum_n \sum_a \int_0^{x_a^n} C_a(y) dy + \sum_n \sum_i \int_0^{g_i^n} \frac{1}{b} \left(\ln \frac{z}{G_i} - a_i^n \right) dz - \sum_n \sum_i \int_0^{H_i^n} \frac{2T}{Q_i^n} (q_i^{n-1} + Q_i^n - w) dw \quad \dots (1)$$

$$\text{s.t. } \sum_k f_{ik}^n - g_i^n = 0, \quad \sum_k h_{ik}^n - H_i^n = 0, \quad \sum_k g_i^n - G_i = 0$$

$$x_a^n = \sum_i \sum_k \delta_{ika}^n (f_{ik}^n + h_{ik}^n)$$

$$f_{ik}^n \geq 0, \quad h_{ik}^n \geq 0, \quad g_i^n \geq 0, \quad x_a^n \geq 0$$

ここで、

x_a^n : n時間帯におけるリンク a のリンク交通量, $C_a(\cdot)$: リンク a のリンクパフォーマンス関数
 g_i^n : n時間帯における i ODペア間の交通流の保存条件のための修正後のOD交通量で通勤目的の変動OD, H_i^n : n時間帯における i ODペア間の交通流の保存条件のための修正後の通勤目的以外のOD交通量, f_{ik}^n : OD交通量 g_i^n に対する経路 k の経路交通量, h_{ik}^n : OD交通量 H_i^n に対する経路 k の経路交通量, G_i : g_i^n の全時間帯における総和, Q_i^n : n時間帯における i ODペア間のOD交通量, q_i^{n-1} : n-1時間帯における i ODペア間の残留OD交通量 (n時間帯では定数), δ_{ka}^n : $\begin{cases} 1 : \text{リンク a が i ODペア間経路 k に含まれるとき} \\ 0 : \text{そうでないとき} \end{cases}$

目的関数(1)と制約条件から作成できるラグランジェ関数を、経路交通量 f_{ik}^n, h_{ik}^n で微分すれば、等時間原則の解を表す最適性条件が得られ、変動OD交通量 g_i^n で微分すれば、式(1)第2項から通勤時刻選択のロジットモデル

$$\frac{g_i^n}{G} = \frac{\exp(a - b\lambda_i^n)}{\sum_n \exp(a - b\lambda_i^n)} \quad \dots(2)$$

を得ることができる。また、 q_i^{n-1} を一定値とみなしてOD交通量 H_i^n で微分すれば、次式で表される交通流の保存条件を満足する修正後のOD交通量が得られる。

$$H_i^n = q_i^{n-1} + H_i^n - \frac{\lambda_i^n}{2T} H_i^n \quad \dots(3)$$

4. 計算方法

目的関数(1)の第3項で、前時間帯における残留OD交通量である q_i^{n-1} は、

$$q_i^{n-1} = Q_i^{n-1} - H_i^{n-1} \quad \dots(4)$$

で表される関数となっており前時間帯の H_i^{n-1} を含んでおり、関数(1)の第3項は線積分となり、通常の数理最適化問題として解くことは困難である。そこで本研究では以下のような緩和法 (relaxation method) を用いて解くことにした。緩和法を用いることによって、線積分の影響を受けることなく残留交通量と一致する q_i^n を求めることができる。

以下にその計算手順を示す。

- Step 1 $k = 1$ として初期実行可能解 g_i^1, x_a^1 を与える。
- Step 2 x_a^1 に応じた所要時間を計算し、最短経路探索によって各OD間の最短経路所要時間を求める。
- Step 3 最短経路所要時間を用いて q_i^1 を求め、定数とする。
- Step 4 数理最適化問題(1)をF-W法によって解く。
- Step 5 数理最適化問題(1)の最適解を利用して求められる q_i^1 が、Step 3 の q_i^1 に収束するまで Step 2 ~ 5 の反復計算を行う。

5. 今後の課題

本研究においては、通勤時刻選択モデルを時間帯別交通量均衡配分に結合したモデルである、通勤時刻分布・配分同時モデルの改良を行ったが、その適用についてまでは至らなかった。今後、実際の道路網に適用し、その実績再現性について確認する必要がある。

【参考文献】

- 1) 藤田素弘・松井寛・溝上章志：時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究，土木学会論文集，No. 389，1988
- 2) 松井寛・藤田素弘：時間帯別通勤時刻分布・配分同時モデルの開発，土木学会論文集，No. 449，1992