

残留交通量を厳密に考慮した時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量逆推定手法の開発

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○村上 慎太郎
 名古屋工業大学大学院 正会員 藤田 素弘
 名古屋市役所 非会員 渡邊 健

1. はじめに

各時間帯を対象として交通量推計や施策評価が可能な時間帯別均衡配分モデルは、理論的には実用レベルにあるが、時間帯別 OD 交通量の精度の改善が課題である。時間帯別 OD 交通量の精度を向上させる方法のひとつとして、観測交通量を用いた時間帯別 OD 交通量の逆推定手法がある。既存研究¹⁾では、各時間帯を別単位として OD 交通量を直接推定するものや、同時生起確率最大化問題として PT 調査による時間係数の先験確率に強く依存しているものなどがある。PT 調査では深夜時間帯の OD が集計されにくい等、集計時のバイアスが生じている可能性が高く、時間係数自体誤差があると考えられる。

本研究では、日 OD 交通量を与件として時間帯別 OD 交通量の各時間帯の比率を時間変動係数と定義し、観測交通量による時間変動係数の逆推定から時間帯別 OD 交通量を推定する手法の検討を行う。

2. 逆推定モデルに併用する時間均衡配分

時間均衡配分では各時間を 1-2 時間で区切る特性上、各時間帯の終端時刻で残留交通量が生じ、現時間帯や次時間帯に影響を与える。残留交通量を修正するために、本研究で使用する時間均衡配分の OD 修正法²⁾について図-1 に示す。OD 修正法は、各時間帯の終端時刻における残留交通量の半分を現時間帯に流し、残りの半分を次時間帯に流すことで、残留交通量を修正する。既存研究³⁾では、残留交通量を考慮しない時間均衡配分を用いており、時間変動係数の逆推定モデルを用いて観測リンク交通量との残差が最も小さくなるように時間変動係数のみを修正している。すなわち、残留交通量を修正した後の時間帯別 OD 交通量を近似的に求め、残留交通量を考慮しない時間均衡配分を行うことになる。しかし、これは残留交通量を厳密に考慮していない。

本研究では、残留交通量を考慮した OD 修正法を時間均衡配分に取り入れたモデリングをし、残留交通量の考慮を明示的に取り入れる手法を検討する。

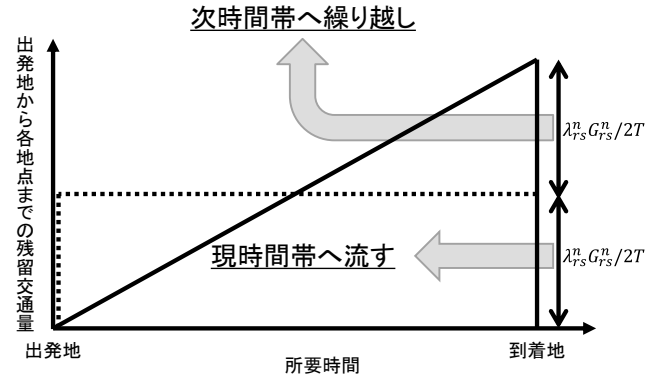


図-1 OD 修正法による残留交通量修正の概念図

3. 残留交通量を考慮した観測交通量からの時間変動係数による時間帯別 OD 交通量逆推定

ここでは、残留交通量修正前（一般的な発時刻で集計した時間帯別 OD 交通量）の時間変動係数を逆推定する手法について定式化した。各時間帯の発 OD 交通量は、日 OD 交通量に時間変動係数を乗じて得ることができる。ここで与条件として、ゾーン rs 間の日 OD 交通量を Q_{rs} 、 n 時間帯におけるリンク a の観測リンク交通量を $\hat{x}_a^n$ とする。また、 n 時間帯における OD ペア rs 間の時間変動係数を E_{rs}^n 、OD 交通量 Q_{rs} がリンク a を利用する確率を $P_{a,rs}^n$ 、OD 修正法における時間帯別残留交通量を q_{rs}^n とすると、配分計算によって算出されるリンク a の推計リンク交通量 x_a^n は次式で表すことができる。

$$x_a^n = \sum_r \sum_s (E_{rs}^n P_{a,rs}^n Q_{rs} + E_{rs}^{n-1} P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^{n-1} - E_{rs}^n P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^n) \quad (1)$$

ここで、 $d_{rs}^n = c_{rs}^n / 2T$ (c_{rs}^n は最短経路時間、 T は時間帯幅)、出発地域 K 、到着地域 L の地域別時間変動係数を E_{kl}^n 、地域数 m とし、リンク交通量の推計値 x_a^n と実測値 $\hat{x}_a^n$ の残差平方和が最小になるようにモデル化を行うと、目的関数は次のような式になる。

$$\min Z = \sum_n \sum_a \left(\sum_{kl} \sum_{r \in K} \sum_{s \in L} (E_{kl}^n P_{a,rs}^n Q_{rs} (1 - d_{rs}^n) + E_{kl}^{n-1} P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^{n-1}) - \hat{x}_a^n \right)^2 \quad (2)$$

$$s. t. \sum_n E_{kl}^n = 1 \quad (3)$$

$$E_{kl}^n \geq 0 \quad (4)$$

上記の最適化条件は、制約条件を取り込んだ Lagrange 関数を定義することにより導き出される。 $\sum_{r \in K} \sum_{s \in L} P_{a,rs}^n Q_{rs} (1 - d_{rs}^n) = U_{a,kl}^n$, $\sum_{r \in K} \sum_{s \in L} P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^{n-1} = V_{a,kl}^{n-1}$ とし、制約条件を取り込んだ Lagrange 関数 ψ は次のようになる。

$$\psi = \sum_s \sum_a \left(\sum_{kl} E_{kl}^n U_{a,kl}^n + \sum_{kl} E_{kl}^{n-1} V_{a,kl}^{n-1} - \hat{x}_a^n \right)^2 - \sum_{kl} v_{kl} \left(1 - \sum_n E_{kl}^n \right) \quad (5)$$

ここで、 v_{kl} は Lagrange 乗数を表す。出発地域 K のうち任意の出発地域 I 、到着地域 J とし、 ψ を E_{ij}^n および v_{ij} で偏微分して零とおくと次式が得られる。

$$\frac{\partial \psi}{\partial E_{ij}^n} = 2 \sum_a \left\{ \left(\sum_{kl} E_{kl}^n U_{a,kl}^n + \sum_{kl} E_{kl}^{n-1} V_{a,kl}^{n-1} - \hat{x}_a^n \right) U_{a,ij}^n \right\} + 2 \sum_a \left\{ \left(\sum_{kl} E_{kl}^{n+1} U_{a,kl}^{n+1} + \sum_{kl} E_{kl}^n V_{a,kl}^n - \hat{x}_a^n \right) V_{a,ij}^n \right\} - v_{ij} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial v_{ij}} = \sum_n E_{ij}^n - 1 = 0 \quad (i, j = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

よって OD ペア rs 間のリンク a 利用率 $P_{a,rs}^n$ が得られる場合、上式から発着地域別時間変動係数 E_{kl}^n を得ることができる。

こうして新しく得た時間変動係数を用いて作成した時間帯別 OD 表を使用し OD 修正法の時間均衡配分計算を行う。配分結果を再び逆推定モデルに当てはめ、また新たな時間変動係数を得る。これを時間変動係数の値が収束するまで繰り返し行うことにより、最適な変動係数が導かれる。

4. 配分計算と精度検証

(1) 時間変動係数の収束計算

センサス OD データをそのまま使用し配分計算を

行った結果、ピーク時間帯での過大推計が見られた。そこで、元 OD データを基に得た時間変動係数を初期解として逆推定モデルの収束計算を行う。ただし圏域外から発生する OD ペアはトリップ時間が1時間を超えるものが多く、配分計算では実際に都市圏内に流入する時刻よりも早く交通量として流れてしまう等の影響を考慮し、圏域外発の時間変動係数は修正処理⁴⁾を行った上で固定し収束計算を行った。

(2) 配分結果

表 1 の RMS 誤差の比較より、残留交通量修正済み OD 交通量の従来モデルと比較して、大きな変化はないものの、全体的に精度は向上していることが読み取れる。また、都市圏内一律の 8 時台散布図より、元 OD データを使用した場合と比較して、過大推計の傾向が改善されていることがわかる。7, 9 時台においても同様に過大推計の改善が見られた。

表-1 配分結果の RMS 誤差の比較

全線	普通車		大型車	
	8 時	合計	8 時	合計
初期 OD	669	7295	197	4218
都市圏内一律	466	6507	154	3877
残留有	450	6349	140	3872

5. まとめ

本研究では、平成 22 年道路交通センサス調査による日 OD 交通量と日観測リンク交通量のデータを与件として、残留交通量を考慮した時間変動係数の逆推定手法を提案し、平成 22 年における交通量の再現性向上を図った。その結果、朝ピーク時間帯の過大推計が改善され、朝ピーク時間帯及び全体の誤差は小さくなり精度は向上した。今後は地域別方向別の時間変動係数のゾーニングの検討を行う予定である。

6. 参考文献

- 1) 前川友宏, 飯田恭敬, 倉内文孝, 上坂克己: B ゾーンベースによる OD 交通量逆推定モデルの実際適用性, 交通工学研究発表会論文集 Vol.29, 2009
- 2) 土木学会: 交通ネットワークの均衡分析—最新の理論と解法—, 1998.
- 3) 村上慎太郎, 藤田素弘, 渡邊健, 桐戸健太郎: 地域別方向別・域外交通を考慮した時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量逆推定の研究, 土木計画学研究・講演集, Vol52, 2015
- 4) 土木学会: 道路交通需要予測の理論と適用 第 I 編 利用者均衡配分の適用に向けて, 2003
- 5) 藤田素弘, 渡邊健, 山田真士: 観測交通量からの時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量の逆推定手法の開発