

IV-33

確率均衡交通量配分モデルの計算法に関する研究

名古屋大学 正員 河上省吾
 名古屋大学 学員 徐 志敏
 愛知県 正員○志賀雅樹

1. はじめに

Wardrop均衡理論に基づいた交通量配分モデルには決定論的均衡モデルと確率論的均衡モデルがある。現在までの研究成果¹⁾によれば、決定論的均衡モデルによる配分は計算量が比較的少ないという利点があるが、配分結果は現実の利用者の経路選択行動を十分に反映していないと言われている。それに対して確率論的均衡モデルは計算量を多少多く必要とするが、前者の欠点を補うことができ現実の利用者行動をより正確に反映できる。そこで本研究では、LogitモデルおよびProbitモデルに基づく2つの確率均衡モデルをテストネットワーク(格子型・放射環状型)さらに、名古屋市幹線街路網に適用し計算効率、あるいは現実の再現性について比較・検討する。

2. 確率論的均衡モデル(SUE)

確率論的均衡モデルの概念は、「どの利用者もより安い経路を見いだせないと思っているような交通フローパターン」²⁾である。

SUEの数式表現は

$$P_k^s = P_r (C_k^s < C_r^s \quad \forall 1 \neq k, 1, k \in K) \quad (1)$$

$$f_k^s = q_{rs} \cdot P_k^s \quad (2)$$

ここで、経路知覚所要時間 C_k^s については、以下のようなランダム変動を考えている。

$$C_k^s = c_k^s + \varepsilon_k^s \quad (3)$$

c_k^s ; 所要時間の確定項

ε_k^s ; 所要時間のランダム項

また、SUEモデルは ε_k^s の分布の仮定によってLogitモデルとProbitモデルに分けられる。

3. LogitモデルとProbitモデル¹⁾

現実的な大きさのネットワークにおいてすべてのODペアをつなぐ経路の数は極めて多い。したがって、これらのすべての経路を選び出すことは不可能であり、またそれぞれの経路が選ばれる確率やフローを計算することも不可能である。それゆえに、本研究で用いる2つの確率論的な配分手法のアルゴリズムは経路列挙を省略し、リンクとノードを用いて

配分を行う手法である。

(1) LogitモデルとProbitモデルの基本的仮定

Logitモデルでは、式(3)で表現される利用者知覚所要時間のランダム項 ε_k^s を一樣Gumbel分布であると仮定しているのに対して、Probitモデルではランダム項 ε_k^s を真の所要時間を平均値とした正規分布であると仮定している。また本研究では、両モデルの知覚所要時間の分散をほぼ一致させるような分散パラメータの値を採用した。

(2) 両モデルに基づいた配分アルゴリズム

Dialモデルに基づいた配分結果はLogitモデルに基づいた配分結果と同一のものとなることは数学的に証明されている。そこで本研究では、Logitモデルに基づいた配分アルゴリズムとして、より効率的なDialモデルを用いた配分アルゴリズムを適用する。また、Probitモデルを用いた確率均衡配分の計算法としてはMonte-Carloシミュレーションを基礎とした逐次平均法を適用する。

4. テストネットワークの設定と両手法の適用結果の比較・検討

本研究では都市の基本街路形態である対称な格子型ネットワークと放射環状型ネットワークをテストネットワークとして主に取り扱う。それらを図.1と図.2に示す。

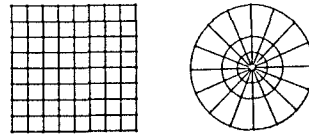


図.1 格子型ネットワーク 図.2 放射環状型ネットワーク

これらの格子型あるいは放射環状型テストネットワークに両手法を適用した場合、均衡状態(収束)に至るまでの繰り返し計算回数(KN)はLogitモデルを適用した場合の方が少なくすむ傾向にあるが、計

算所要時間(CPU)については、Logitモデル、Probitモデルのどちらを適用しても大きな差は生じないものと考えられる。これらの原因として考えられることは、Logitモデルでは1回の配分過程の中で合理的な経路に対してフロー配分を実行している。そのためにDijkstra最短経路探索法が適用できないが、それに対してProbitモデルでは比較的単純な All-or-Nothing配分 (Dijkstra最短経路探索) を実行している点にあると言える。

さらに、配分結果に最も影響を及ぼすと考えられる混雑の程度の差による両手法の配分結果を比較すると、混雑の程度が小さい場合には、ある程度配分結果に差が見られる (Probitモデルでは最短経路上のリンクに交通量が集中しやすい) が、混雑の程度が増すにつれて差が縮まることが明らかになった。そして実際に交通量配分予測が要求される場合は、混雑の程度がある程度大きな場合であるので両手法の配分結果には大きな差は生じないものと考えられる。

次に、両手法を現実的な大きさのネットワークである名古屋市幹線街路網に適用し、両手法の実用性を確かめる。

4. 名古屋市への適用結果の比較・検討

ここでは両手法を名古屋市幹線街路網に適用した結果を図.3と図.4に示す。

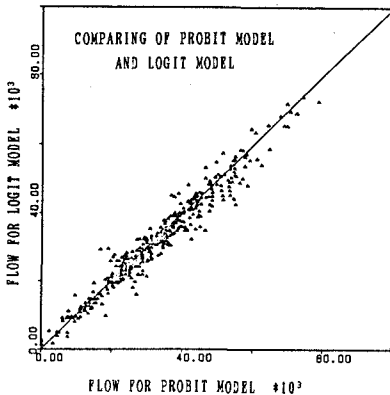


図.3 名古屋市への適用結果
(平均速度11.5km/h)

これらの図を見ると次のようなことが言える。

1) 平均速度11.5km/hというなかなかかなり混雑している状態では、両手法を適用した配分結果にはほとんど差が生じないことがわかる。また、Logitモデルに

よる配分結果の矛盾 (I. I. A効果など) も互いに打ち消し合い、最終的な配分結果には影響を及ぼさないという結果が得られた。

2) 両手法の収束性については、両手法とも収束判定標準TCの値が単調に減少し実用レベルにおいても収束性が良いことが確かめられた。本研究では、収束判定標準TCは式(4)のような値を用いた¹⁾。

$$TC = \frac{\sqrt{\sum_a (\bar{x}_a^{n+1} - \bar{x}_a^n)^2}}{\sum_a \bar{x}_a^n} \quad (4)$$

ここに

$$\bar{x}_a^n = \frac{1}{3} (x_a^n + x_a^{n-1} + x_a^{n-2}) \quad (5)$$

$\bar{x}_a^n$: 収束する直前のリンクaのm回のフロー平均
(本研究ではm=3)

x_a^n : 繰り返し計算n回目のリンクaのフロー

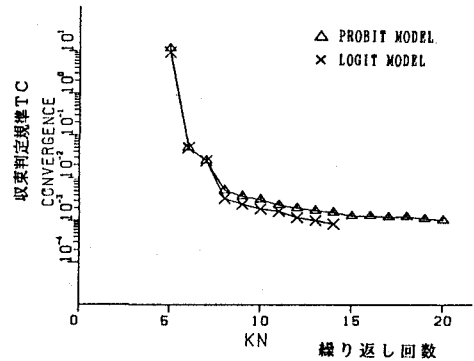


図.4 収束性の検討

このように本研究では、Logitモデル、Probitモデルに基づいた確率均衡配分の計算効率、あるいは配分結果に関して比較・検討を行ってきたが、総合的に判断するとLogitモデルに基づいた交通量配分計算よりもProbitモデルに基づいた配分計算の方が優れているという結論を得ることができた。詳しくは講演時に発表する予定である。

参考文献:

- 1) Sheffi, Y: Urban Transportation Networks, Prentice-hall, INC, Englewood Cliffe, New Jersey, 1985, pp. 286-302.
- 2) 土木学会: 土木計画学会講習会テキスト (交通ネットワークの分析と計画; 最新の理論と応用)、1987