IV-37　　最短経路原則に基づく交通量配分手法の比較・検討

岐阜大学工学部　正員　宮城俊彦
岐阜大学工学部　正員　加藤　晃
名古屋市役所　　正員　平岡　隆

1. はじめに

従来の交通量配分法のほとんどは，人の経路選択行動仮説として集計的，最短経路原則を用いている。ここでいう集計的とは，経路選択行動に関し，個々の人はすべて一様な知覚，情報をもつと仮定することを意味する。こうした最短経路法はシカゴ地域の交通計画に用いられて以来，BPR法，TRC法，Wayne法，IA法（Incremental Traffic Assignment Method），あるいは分割法といった手法が提案されてきた。これらは負荷方法こそ異なるものの，本質的には最短経路への交通量配分を反復して行なうもので，Wardrop均衡の近似解法を与える。Wardrop均衡とは，最短経路配分を忠実に実行した場合に得られるであろうところの交通量分布パターンを理論的に示したもので，近年になって数理計画的手法に基づく厳密解法が提案されるようになってきたが，実用的規模のネットワークに対して適用した例は我国ではまだないようである。

本研究はこれらの最短経路法のうち，CATS法，分割法，等時間配分法について，岐阜市ネットワーク（域内36ゾーン，域外12ゾーン，全ノード数172，全リンク数550）を用いて，その結果を比較し，妥当性を検討したものである。また，総走行時間最小化配分法についても併せて検討した。

2. 配分方法の概略的説明

(1) 配分手法

CATS法：適当にホーム・ノードを選び，そこからの最短経路樹に全OD交通量を配分する方法であるが，今回は，まず域外ノードから始め，次に域内ノードの都心部から郊外部へホーム・ノードを移行していく方法をとった。

分割法　：5分割法を行なったが，分割比は，0.3，0.25，0.20，0.15，0.10とした。

等時間配分法：Frank-Wolfeの分解原理に基づく手法[1,2]を用いた。初期解は，零交通量の場合の走行時間に基づく最短経路樹に全OD交通量を負荷して得られるリンク交通量を用いた。この方法では，前の回に得られたリンク交通量 $x^{(k)}$ とそのときの走行時間に基づいて得られる最短経路樹に交通量を負荷して得られる新しいリンク交通量 y を凸結合させて新しいリンク交通量 $x^{(k+1)}$ を求めるが，この場合のパラメータの決定には黄金分割法を用いた。また，繰り返し計算の停止規準には次式を用いた。

$$\sum_i C_i(x_i^{(k)})\,|\,x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}\,| \leq \varepsilon$$

ここに，$C_i(x_i)$：　リンク i の走行時間関数

$x_i^{(k+1)}, x_i^{(k)}$：反復回数 k 回目，$(k+1)$ 回目で得られるリンク交通量

ε：　あらかじめ与えられる許容規準値

総走行時間最小化配分法：リンク走行時間関数を $C'(x) = \dfrac{d}{dx}[x\,C(x)]$ とおいて等時間配分を行なう。

(2) リンク走行時間関数

BPR関数；　$C(x) = C(0)\,[1 + \alpha\,(x/d)^{\beta}]$，　$\alpha = 0.15$，$\beta = 4.0$

Steenbrink関数[3]：　$C(x) = C(0)\,[1 + \alpha\,(x/d')^{\beta}]$，　$\alpha = 2.62$，$\beta = 5.0$

中部地建関数：　i)　$x \leq d$ のとき，$V = V_1$　　ii)　$d < x < d'$ のとき，$V = \dfrac{V_1 - V_2}{d - d'}(x - d) + V_2$

iii)　$x \geq d'$ のとき，$V = V_2$

ここに, d, d' は各々実用交通容量, 可能交通容量を表わし, V_1, V_2 は d, d' に対応した走行速度を表わしている.

3. 結果の比較, 検討

各配分手法を用いた場合の総走行時間, 観測交通量との適合度をまとめたのが表-1, 表-2 である. 適合度の比較には, Teil の不一致係数, RMS パーセント誤差, χ^2 の値を利用したが, 同様の傾向を示したので, ここには, Teil の不一致係数の値のみを示した。この場合, 値が小さい程適合度が良いことを表わす.

表-1から明らかなように, 等時間配分法は, CATS 法, 5分割法に比べ, 総走行時間が小さくなっている。この事は, 等時間配分法が他の方法に比べ, より最短経路配分を忠実に実行している表われだと解釈することができる。当然のことながら, 総走行時間最小化配分法の値が最も小さい。また, 表-2から, 最も適合度が良かったのは, 中部地建関数を用いた CATS 法であることが判る。しかし, 同じ容量関数 (BPR関数) のもとでは, 総走行時間最小化配分と等時間配分が同程度によく, CATS 法が一番悪い結果を与えている。このように従来の手法に比べ, 厳密な等時間配分はより良い結果を与えることが実証された訳だが, 総走行時間最小化配分法と比較してどうかという議論に対しては, 表-1, 2の結果だけからは判断を下すのには不十分である。

ところで, 等時間配分について, 等時間経路の本数を調べたが, 多いところで5本以上 (計算機容量の関係で最高5本までを記憶した) の等時間経路が存在し, またその所要時間は1分以内で, 等時間原則が成立していることが明らかになった. 収束回数については, 等時間配分法が7回, 総走行時間配分法は30回以上を要した.

以上のことより, 次のような結論に至る. すなわち, リンク走行時間関数については, 中部地建関数が最も良く, 続いて Steenbrink 関数が良い. BPR 関数よりも Steenbrink 関数の方が良いのは, この関数がより日本の道路状況に近いオランダで開発されたことに起因していると思われる。また, 等時間配分法は従来の近似解法に比べ, より実状を反映した交通量分布パターンを与えうることが期待できる. しかし, 非集計, 最短経路法の開発は, 今後の大きな課題であるし, 交通量配分の科学性を高める上からも, 経路交通量調査を実施して最短経路選択の仮説に対する検証を行なっていく必要があろう.

参考文献

(1) Nguyen, S. : A Unified Approach to Equilibrium Methods for Traffic Assignment, Proc. Intern. Symposium on Traffic Equilibrium Method, 1974

(2) Gartner, N.H. : Analysis and Control of Transportation Networks by Frank-Wolfe Decomposition, Proc. of 7th Intern. Symposium on Transportation and Traffic Theory, 1977

(3) Steenbrink, P.A. : Optimization of Transport Networks, John Wiley & Sons. 1974

表-1 : 総走行時間

	CATS法	5分割法	等時間配分法	総時間最小化法
Steenbrink 関数	5.35×10^8	1.12×10^8	—	—
BPR 関数	5.39×10^7	5.14×10^7	4.87×10^7	4.75×10^7
中部地建 関数	5.39×10^7	5.37×10^7	—	—

表-2 : 観測値との適合度 (観測リンク数. 72リンク)

	CATS 法	5分割法	等時間配分法	総時間最小化法
Steenbrink 関数	0.2703	0.2906	—	—
BPR 関数	0.3054	0.2985	0.2968	0.2967
中部地建 関数	0.2045	0.2308	—	—