

IV-6

実際規模の道路網におけるOD需要変動型最適道路網形成問題の数値計算

京都大学工学部 正 員 佐佐木 綱

○ 京都大学工学部 正 員 朝倉 康夫

京都大学大学院 学生員 井上 陽一

1. はじめに

ネットワークフローが利用者均衡を満足するという制約を持つ最適道路網形成問題のうち、OD分布レベルの交通需要を内生的に決定できる問題の数値計算を比較的大規模なネットワークにおいて実行した。数値計算の結果、実際規模のネットワークに対しても、この問題の数値計算は可能であり、アウトプットされる数値もほぼ妥当な傾向を示すことがわかった。

2. インプットデータの作成

対象地域は、京都府南部地域を中心とする京阪奈地域である。昭和55年の道路交通センサスのゾーン区分（Bゾーン）にしたがって、対象地域をゾーニングし、33個の発生・集中ノードを設定した。対象地域の主要な道路を抽出し、数値計算用のネットワークを作成した。ネットワークの規模は、ノード数92個（セントロイド33個を含む）、リンク数153本（往復では306本）である。

リンクの走行時間関数として採用したBPR関数に含まれる自由走行速度による走行時間と交通容量の値を設定するために等時間配分を実行し、リンクフローの計算値と実測値が大きく異なることのないように、一般交通量調査をもとに作成した走行時間と容量の値を修正した。最終的に決定されたリンク容量と自由走行時間を与えたときの、リンクフローの計算値と実測値の相関係数は0.9519であった。需要関数として採用した負の指数関数のパラメータ γ の値は、0.04とした。需要関数において、 γ をパラメトリックに変化させ推計ODフローを求めたとき、その値と実績フローの差の2乗和の最小を与える γ の値が0.04である。

3. 需要変動型ネットワーク均衡問題の数値計算

発生・集中交通量が与えられたときの需要変動型ネットワーク均衡問題（分布・配分同時決定問題）によるネットワークフローの現況再現を行なった。この問題は、最適道路網形成問題の制約条件となっている。

フローを求めるために用いたアルゴリズムは、Evansの方法である。内々ODフローが生じないように、需要関数に係数を導入した。目的関数は、30回のくりかえしによりほぼ収束した。リンクフローおよびODフローのそれぞれについて、実績値と計算値の誤差の分布図を図-1a, bに示す。図によると、リンクフローに比べて、ODフローの推計精度がやや悪いことがわかる。

ODフローを固定して等時間配分を行なったときの結果と比較すると、リンクフローの推計値と実績値との相関係数(0.9396)はやや低い、実績値(x)により計算値(y)を回帰したときの回帰直線は、 $y = x$ により近くなった。一方、所要時間を固定してエントロピ法によりOD分布を求めたときの結果と比較すると、相関係数の向上が見られるほか、回帰直線も、 $y = x$ により近づいており、実績ODフローと推計OD

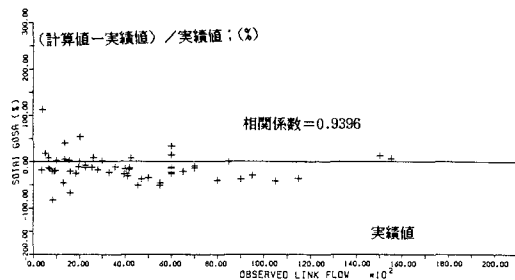


図1.a リンクフローの再現性

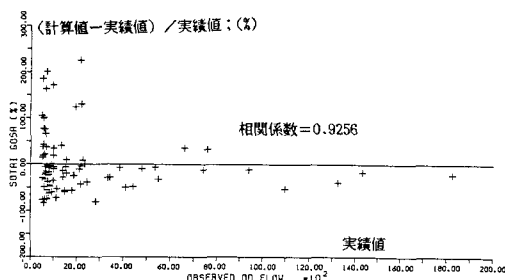


図1.b ODフローの再現性

Dフローの差の2乗和も、 0.8523×10^5 から 0.3651×10^5 へと減少した。

所要時間を固定してOD分布を求める手順と、ODを固定して等時間配分問題により配分交通量を求める手順を交互にくりかえすような数値計算と比較していないこと、およびネットワークフローの実測値に誤差が含まれていることから、段階的にフローを求めるよりも分布・配分同時決定問題のほうが、より現況再現性が高いと結論づけることはできないが、少なくとも同時決定問題の精度が低いことはないと思われる。計算時間を比較すると、配分計算に必要な計算時間と同時決定問題のそれはほとんど変わらないので、分布・配分段階を切り離してくりかえし計算するより、同時決定したほうが、かなりの時間節約となろう。

4. 最適道路網形成問題の数値計算

■前提条件：道路網計画者の評価関数は、ネットワーク全体の総走行時間であるとし、与えられた総建設・改良費用の制約の範囲内で、総走行時間を最小にするようなリンク容量を求めるものとする。ただし、リンクの新設は行わず、既存リンクの拡張を道路網改良の対象とする。求められたリンク容量が、既存リンクの容量を大きく上まわるときは、バイパス的な新しいリンクを建設すると読み変えることもできる。リンクの走行時間関数はBPR関数、需要関数は所要時間に対して負の指数関数、建設費用関数は拡張容量に対する線形関数とした。

建設費用関数に含まれる単位容量あたりの拡張費用を設定するために、拡張対象リンクを、国道クラス、主要地方道クラス、その他に3分類した。それぞれのクラスごとに単位延長、容量あたりの拡張費用が一定とし、その値にリンク長を乗じて容量あたりの拡張費用を求めた。

すべてのセントロイドの発生・集中量が現況のままの場合、発生・集中量を変化させるいくつかのノードについては現況の3倍とした場合、の2通りの発生・集中量を与えた。総建設・改良費用は、3段階の値を与えた。これらの組合せにより、計6ケースの数値計算を行なった。各ケースについて、上位問題と下位問題のくりかえしは15回とし、計算時間を節約するためにくりかえし回数を重ねるごとに下位問題の収束計算の回数を減らした。比較のため、拡張しない場合のフローを求め、総走行時間の値を計算した。

■計算結果：各ケースごとに、総走行時間と拡張容量の収束状況を調べたところ、これらの値はくりかえし回数ごとにほぼ収束の傾向にあることがわかった。各ケースごとの総走行時間の値を表-1に示す。当然の結果ではあるが、総建設費用を増加させることにより、総走行時間は短縮される。

発生・集中量が現況のままのケースでは、道路網への投資を行なっても拡張しない場合の

表-1 総走行時間の値($\times 10^3$ 分)

路網への投資を行なっても拡張しない場合の 総走行時間に対する改良効果が必ずしも高い とは言えない結果となっている。これは、拡 幅対象リンクがネットワークの一部であるこ	建設費用規模				
	発生・集中量	拡張なし	小	中	大
	現況のまま	28,483	27,211	26,763	26,538
現況の 3倍	199,390	38,269	31,424	30,191	

とによるものであり、拡張対象区間の混雑はかなり緩和されている。

発生・集中量を増加させるケースでは、現況に比べて拡張しない場合の総走行時間の値がきわめて大きくなっている。これらのケースでは、拡張することによる改良効果はかなり大きく、拡張しない場合にくらべて総走行時間を $1/5 \sim 1/7$ に短縮することができる。しかし、短縮された値でも、現況の総走行時間よりも大きな値である。ここで仮定したほど発生・集中量が増加する場合は、改良費用が不十分であり、道路網への投資を行っても将来の混雑状況が現況の混雑状況より厳しくなることが予想される。

各ケースごとの拡張容量の値を見ると、建設費用制約が厳しい場合は、混雑の激しい区間を集中的に拡張する傾向にあり、一方、建設費用を増加させると全体的に拡張され、そのため長距離のODペア間のOD交通量がやや増加することが示された。

参考文献：朝倉康夫(1986)：分布・配分同時決定問題を制約条件としてもつ最適道路網形成問題，

土木計画学研究講演集 No.8, pp.315-322