

神戸大学大学院 学生員 村若 善彦
神戸大学工学部 正 員 森津 秀夫

1. まえがき

従来の複数目標を用いる最適道路網計画の方法は、すべての実行可能解についていくつかの目的関数値を求め、それらの値に、たとえばウェイトニング法などの手法を施して最適解を得るものである。この方法は計算時間を要し、対象とするネットワークが大きい場合は、解を求めることが困難である。また交通配分に等時間配分を用いることもできない。さらに、用いる複数目標計画の手法によらず異なる解が得られる。そこで、ここでは、計算時間の短縮を図り、かついろいろな複数目標計画の手法を適用することが可能な方法を提案する。

2. 問題の定式化

ここで対象とする最適道路網計画問題は、次のように定式化できる。

$$\min F_i(x) \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{k=1}^n C_k x_k \leq C \quad (2)$$

$$x_k = 0 \text{ or } 1 \quad (3)$$

ここに、 $F_i(x)$: i 番めの目的関数、 C_k : リンク k の建設費、 x_k : リンク k がネットワークに含まれるとき $x_k=1$ 含まれないとき $x_k=0$ 、 n : リンク数、 C : ネットワーク建設のための予算。ここでは、目的関数として4種類のものを考える。 $F_1(x)$ は総走行時間である。すなわち、各リンクの始点から終点までの走行に要する時間とリンクの交通量をかけたものの総和である。 $F_2(x)$ は総走行距離である。すなわち各リンクの長さでリンクの交通量をかけたものの総和である。 $F_3(x)$ は騒音評価関数である。ここでは、リンク沿線の騒音基準値を越える地域について、騒音基準値との差にその地域の人口をかけたものを騒音評価値とする。 $F_4(x)$ は排出ガス評価関数である。これも騒音評価値と同様の考え方で求める。

3. 道路網計画モデル

従来の複数目標最適道路網計画の方法は、2つの欠点を持つているといえる。それは、計算時間が掛かり過ぎることと、選択した複数目標計画の手法で特徴づけられる、偏った解を得る危険性を持つことである。ここでは計算時間を短縮するために、まずある目的関数だけについての近似解を求め、その近傍に解の探索範囲を限定し、その中から非劣解だけを選び出す。そのうえで、複数目標計画の手法を適用して選択解を求める。複数目標計画の手法はいくつか準備し、それらから選択して用いるようにする。そして得られた解の中から最終的にひとつの解を選び出すものとする。以下で、モデル全体の流れに沿って各段階の説明をする。

一般に最適ネットワーク問題の最適解を求めるには、長い計算時間を要する。よってここでは、まず最も一般的な総走行時間の最小化を目的関数としたBackward法による近似解を求める。そして解の探索範囲を近似解の近傍に限定する。このとき、総走行時間を求めるための交通配分には、計算時間を短縮するために、最短経路配分を用いる。

近似解の近傍に設ける解の探索範囲は、近似解には含まれていないが、解に含まれれば各目的関数を改善する可能性の大きいリンクと、近似解に含まれている中では、除いても目的関数への影響が小さいリンクの組み合わせに限る。探索範囲に多くの実行可能解が含まれる場合、そのすべてについて最適解になり得るかを否か検討することは実用的でない。ゆえにその場合は、総走行時間の小さい順に、実行可能解の数を限定する。これらの実行可能解の中で最適解に選ばれる可能性があるのは、非劣解だけである。そこで、複数目標計画の手法を適用するときの計算の無駄を省くために、実行可能解の中から非劣解を選び出す。数を限定した後の、全実行可能解について

2. 等時間配分を行、2 各目的関数値を求め、それらを比較し 2 非劣解だけを残す。

こうして求めた非劣解に対し、複数目標計画の手法を適用する。ここでは複数目標計画の手法として、ウェイトティング法、 ϵ 制約法、ウェイト関数法、Zelenyの改良重み法の4種類を用いることにする。意志決定者は、これら4種類のうちから自由に手法を選んで選好解を求めることができる。最適解は、選好解の中から選ばれるものとする。

4. ケーススタディ

ここでは、今回開発した方法を、神戸市の道路網に適用する。対象とする道路網やO.D表などのデータは文献1)と同じものである。道路網は図-1に示す。予算は総建設費の83%にあたる1800億円とする。Backward法で得た近似解を図-2に示す。ウェイトティング法で得た解を図-3から図-7に示す。図中の(1,1,1,1)などは、各目的関数に与



図-1 道路網



図-2 近似解

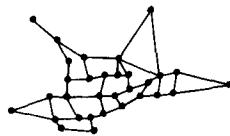


図-3 (1,1,1,1)のネットワーク



図-4 (2,1,1,1)のネットワーク



図-5 (1,2,1,1)のネットワーク



図-6 (1,1,2,1)のネットワーク



図-7 (1,1,1,2)のネットワーク



図-8 ϵ 制約法で得た解

えた重みである。 ϵ 制約法で得た解のうち、ウェイトティング法では得られなかった解を図-8から図-10に示す。Zelenyの改良重み法とウェイト関数法では、ともに4つの目的関数に等しい重みを与えて解を求めた。両者の解は、ともにウェイトティング法の(1,1,1,1)の解に一致した。



図-9 ϵ 制約法で得た解



図-10 ϵ 制約法で得た解

計算開始から非劣解の選別列挙までに要した計算時間は121秒であり、従来の方法よりもはるかに短くなった。また、各種複数目標計画の手法が示した解を比べると、ウェイトティング法と ϵ 制約法では示した解集合が異なる。このことから、複数目標計画の手法を複数個準備することには意義があるといえる。ウェイトティング法とZelenyの改良重み法およびウェイト関数法は選好解が同じであったが、これは重み付けの種類が少なかったためであろう。

5. あとがき

ケーススタディの結果、今回開発した方法の有効性が確かめられた。今後、実際の道路網計画に適用するためには道路の容量増強問題等を加味する必要がある。

参考文献

- 1) 枝村俊郎、田中稔、森津秀夫、藤谷恵一：環境要因を考慮した最適道路網計画システムと神戸市への適用について、建設工学研究所報告No.19, 1977年5月
- 2) 枝村俊郎、横山義治：プログラミング手法による評価、都市施設計画の総合評価と住民参加、土木学会関西支部講演会テキスト、pp.153~173, 1979年7月
- 3) 枝村俊郎、森津秀夫、山本卓司：複数目標を考慮した最適ネットワーク問題、建設工学研究所報告No.23, 1981年11月