Ⅳ-20　都市内道路網計画手法に関する研究

東京工業大学　正員　○森地　茂
東京都　正員　出倉　正和

1. はじめに

交通計画プロセスにおいて，一般に交通路網を仮定し，交通量の配分を経て評価をおこない，問題があれば仮定したネットワークを修正するという手順がとられる。ネットワークの仮定，修正方法については定説化された方法がなく，交通計画プロセスにおいて計画者の直感的判断への依存が最も大きい部分といえよう。

この問題についての研究論文はいくつか発表されており，それらは大別すると次の通りである。

(i) 格子状，放射環状，亀甲状など幾何学的パターンとしての交通網を評価したもの

(ii) L.P.，整数計画，最大原理等の方法による解法

(iii) グラフィック・ディスプレイを用いて人間の直感的判断による代替案を数多く評価する方法

(iv) ある初期解を与えそれを逐次修正して近似最適解に近づける方法

(v) グラフ理論におけるカットセットの概念を導入した方法

ネットワークの最適化問題は①その代替案の数の膨大なこと，②大規模ネットワークでは交通量配分に非常な計算時間を要しその繰り返し回数に制約があること，③評価項目が多岐に渡ること，④現在の計算機はパターン認識の必要な分野での性能に劣ることなどが原因して，その解法を難しくしているといえる。特に①の問題点のために従来提案された多くの方法は，小規模ネットワークにのみ適用可能であり，現実の道路網への適用性に欠けている。特に(ii)の方法はこの問題点を有していた。また③④に対しては，マンマシンシステムとして人間の直感的判断力と総合的判断力を生かすことが試みられており，(iii)の方法と他の方法を組み合せることが，現在考えられるよりよい方法といえよう。

本研究は(v)の方法の改良を試み，そのマシン部分のモデルとしての適用性を増すことを目的とする。

2. カット法

グラフ理論のカットセットの概念とLPを組み合せた道路網パターンの決定方法は大阪市立大西村昂助教授により提案された興味ある方法であり，ネットワーク全体の容量を計算する方法から発展されたものである1),2)。カットの求め方によりカット法，ルート配分法と別な名称をつけられているがここでは，LPとの組み合せを含めてカット法と総称する。カット法を略述すると，次の通りである。容量不足カットを $1,2,\cdots,v,\cdots$ とし，アークを $1,2,\cdots,h,\cdots$ とするとき，カット v にアーク h が含まれていれば $\delta_{vh}=1$，さもなくば $\delta_{vh}=0$ とする。カット v の容量不足量を R_v，アーク h の容量増加量を X_h，1単位の増加に要するコストを a_h としたとき X_h は次のLP問題により得られる。

$$\text{目的関数}\quad \sum a_h X_h \to \mathrm{Min}$$

$$\text{制約条件}\quad \sum_h \delta_{vh} X_h \geq R_v$$

$$X_h \geq 0$$

この方法は道路容量増加方法として位置づけられているが，初期ネットワークとして，考えられるすべてのリンクを含むネットワークを出発点とすればネットワークパターン決定方法とみなしうる。この制約式は，ネットワーク全体としての交通容量（最大フローの下限値）を目標値まで拡大するという明解な意味を有しているが，一方，次の問題点が指適できる。

① ネットワーク全体のカットにおける交通需要と容量のバランスを考えているため極端な迂回経路をも含んでおり実際の都市道路網計画手法としては非現実的である。

② 上記①の問題の上，目的関数が建設費のみであるため，走行者側の便益が全く考慮に入っていない。

3. ネットワークパターン決定方法の提案

上記問題点を解決する1方法として次の手順が考えられる。

（ステップ1） ゾーンペアij間交通需要をT_{ij}とするとき，T_0，T，P_{ij}を次の様に定義する。

$$T_0 = \sum_i \sum_j T_{ij}, \quad P_{ij} = T_{ij}/T, \quad T = T_0$$

また，すべてのリンクlについて $\alpha_l = 0$ とおく

（ステップ2） $\alpha_l = 0$なるリンクよりなるネットワークにP_{ij}を配分し，またij間距離d_{ij}を求める。

リンクlの残余容量C_l，流量F_lとするとき，$Q_h = \min_l C_l/F_l$ なるリンクhについて，$\alpha_h = 1$とおく。

（ステップ3） ij間距離 $d_{ij} > d_{ij}^0 \times \beta$ なるゾーンペアijをみつける。ここでd_{ij}^0は初期ネットワークにおけるij間距離，βは迂回の限度を示す指標であり，その意味でのサービス水準目標値である。そのようなijが存在しなければステップ6へ，存在すればそのijについて $d_{ik}^0 \le d_{ij}^0 \times \beta$ なるi，j，kからなるサブグラフSの接続行列を求める。

（ステップ4） α_l = 1 or 2なるリンクlの集合の部分集合（$\alpha_l = 1$なるリンクを含む）によるSのカットを求め，そのカットvに含まれるリンクeについて$\delta_{ve} = 1$とおく。

（ステップ5） すべてのijについて終ったか？

No ならば ステップ3へ

Yes ならば ステップ6へ

（ステップ6） すべてのリンクlについて $C_l - F_l \times Q_h$ を新しい残余容量とする。 $T = T - Q_h$ とおく，

（ステップ7） $Q_h = \infty$，$\alpha_h = 2$とおく

（ステップ8） $T > 0$ならばステップ2へ

$T \le 0$ならばステップ9へ

（ステップ9） ステップ4で求めた各vに属するリンク初期容量の合計値をA_v，初期ネットワークへのP_{ij}の配分結果に基づく上記リンク流量合計値をB_vとすると，各カットvの容量不足量R_vは，

$$R_v = B_v T_0 - A_v$$

（ステップ10） 次のLPにより各リンクeの容量増加量を求める

目的関数 $\sum a_e x_e \longrightarrow Min$

制約条件 $\sum_e \delta_{ve} x_e \ge R_v$

$x_e \ge 0$

この手順においてグラフの処理はすべて行列演算として扱いうる。特にカットの構成については文献3)に述べられている。ステップ10を整数計画問題におきかえれば車線単位での道路建設問題としても扱いうる。この方法はij間の取りうる経路の範囲として楕円のサブグラフを考え そのカットによる容量，流量バランスを考えたに他ならない。この結果は厳密な意味での最適解とはなっていないが代替案作成方法としては適用可能であろう。

参考文献

1) 交通工学研究会，交通工学ハンドブック，技報堂，1973，PP 160～162

2) 西村昂，道路網容量の増加方法に関する一考察，第27回土木学会年次学術講演会概要4，1972 PP 63～64

3) 飯田恭敬，道路網の最大容量の評価法，土木学会論文報告集，No.205，1972．PP 121～129