

都市高速道路乗り継ぎ制の設置に関する研究

岐阜大学 学生員 ○安田幸司

岐阜大学 正会員 秋山孝正

1. はじめに

都市高速道路網の効率的運用を目指した都市高速道路乗り継ぎ制の提案がされている¹⁾。これまで、現実道路網を対象に複数箇所でも乗り継ぎ制を導入した場合の導入効果について検討が行われている²⁾。

本研究では、複数箇所でも乗り継ぎ制を導入する場合の配置最適を検討する。ここでは、道路網全体の効率化、すなわち総走行時間を最小にする乗り継ぎランプの配置組み合わせを検討するモデルを考える。組み合わせの最適化には、組み合わせ問題に有効な遺伝的アルゴリズム (GA) を用いる³⁾。

2. 乗り継ぎランプの配置最適化

2. 1 対象道路網

現実道路網を対象にした検討にあたり、本研究では阪神高速道路 (大阪東地区) を取り上げる。同地区は、大阪南部、神戸地域を除く大阪市全域と隣接周辺都市に対応している。これら地域のゾーン数は、36ゾーンとした。また、配分道路網はこの地域が包含する範囲として、平面道路; ノード数 99・リンク数 354、高速道路; ノード数 142・リンク数 273、合計; ノード数 241・リンク数 627 とした。また、ここで取り扱うランプ数は、オンランプ; 62箇所、オフランプ; 58箇所である。

2. 2 乗り継ぎランプの設定

本研究では、単一箇所の導入で混雑緩和効果があると思われるランプのペアを乗り継ぎ箇所として設定する。さらに、道路網全体の総走行時間最小を目的関数としたにする組み合わせ方法を検討する。

ここで、ネットワークのすべてのランプを乗り継ぎの対象とするとその数は膨大である。そこで、本研究では、環状線の混雑区間の迂回に相当する「放射線→環状線→放射線」および「環状線→放射線」の経路上のランプを対象に乗り継ぎランプを検討する。ただし、乗り継ぎ交通に対する一般道路に交通

容量の余裕が見込めない交通渋滞区間上のオンランプはその対象外とする。このような条件により設定ランプのペア数を合計 481 ペアとした。

図-1 に設定した乗り継ぎランプの配置を示す。

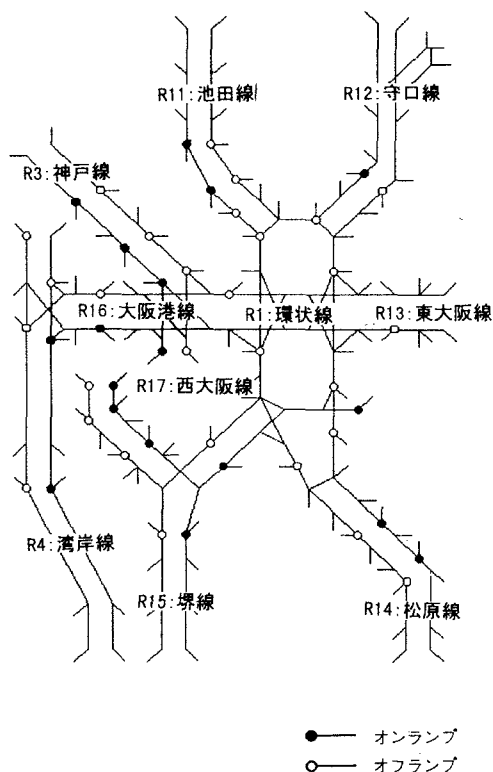


図-1 阪神高速道路網と乗り継ぎ対象ランプ

3. 乗り継ぎランプの最適配置モデル

つぎに、道路網全体の総走行時間最小化を目的とした乗り継ぎランプの最適配置モデルの定式化を行う。

3. 1 ランプ組み合わせ問題の解法

乗り継ぎランプの配置最適化問題は、設定されたランプ間の乗り継ぎ制実施の有無を選択する 0-1 型の組み合わせ最適化問題として考えることができる。この問題は、次のように定式化される。

$$\min Z(x) = \sum_{a=1}^L t_{a(x)} v_{a(x)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

subject to

$$x_i = 0 \quad \text{or} \quad 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$i \leq NSUM \quad \dots\dots\dots (3)$$

x : 乗り継ぎ実施の選択係数

$t_{a(x)}$: 交通均衡状態におけるリンク a の走行時間

$v_{a(x)}$: 交通均衡状態におけるリンク a の走行時間

この問題は、目的関数値を算出する過程において交通量配分問題が含まれている。すなわち、最適配置問題は複雑な非線形問題となる。

本研究ではこの様な大規模・非線形な組み合わせ最適化問題に対して有効な遺伝的アルゴリズムの適用を考える。

3. 2 遺伝的アルゴリズムの概要

遺伝的アルゴリズムは、生物進化の原理に着想を得た最適化・探索アルゴリズムの一種である。数理最適化問題にGAを用いる場合、遺伝子の集合体である染色体が解集合を表すと考える。このときGAでは、解集合を染色体による生物集団とする。そして、環境に適応する個体が残存するような世代交代シミュレーションを実行する。これは、生物集団の進化プロセスを擬した一つの求解手段と考えられる。通常GAは、大きく分けて以下の3つの遺伝的操作の連鎖で構成される。

「選択」：適応度の高い個体を次世代に残す。

「交差」：2つの染色体を組み替えて新しい染色体を作成する。

「突然変異」：遺伝子を一定の確率で変化させる。

3. 3 配置最適化モデルのアルゴリズム

本研究では、対象ランプにおける乗り継ぎの有無を0-1型の遺伝子により表現する。ここでは、1のとき乗り継ぎ制実施とする。

ここで、10箇所の乗り継ぎランプ間の組み合わせを例に考える。このとき、一つの染色体は10bitの0-1型の遺伝子型で表現できる。

染色体：0100100100

この遺伝子の表現の場合、3つの箇所が乗り継ぎ実施のランプの設定となる。

このように決定された乗り継ぎ制を実施するランプ間の設定に基づき交通量配分を行い、各個体の総走行時間を算出する。本モデルでは、この値を適応度とし総走行時間を最小にする乗り継ぎランプの組み合わせを決定する。

この計算手順は、以下ようになる。

- ①ランダムに初期世代を生成する。
- ②集団内の各染色体によって決定される乗り継ぎランプの設定に基づき交通量配分を行う。
- ③配分結果から適応度（総走行時間）を算出する。
- ④遺伝的操作により次世代の集団を生成する。
- ⑤②へ戻る。

4. おわりに

ここでは、ネットワークの効率的な運用を目指した乗り継ぎランプの最適配置モデルの定式化を行った。この組み合わせ問題は大規模・非線形の組み合わせ問題であることからGAを用いたモデルを構築した。今後の課題は、このモデルを用いた現実道路網を対象にした検討である。また、乗り継ぎ制の実際の運用は、高速道路を代替する若干交通容量に余裕のある一般道路の存在が前提である⁴⁾。このため、予め乗り継ぎ経路の対象となる一般道路の交通状況を検討する必要がある。また、乗り継ぎ制は時間帯によって異なる交通状況を考慮した導入が必要であり、時間帯別交通量配分法による半動的にその導入方法を検討する⁴⁾。

参考文献

- 1) 秋山孝正・佐佐木綱：高速道路乗継ぎシステムの定式化, 第13回交通工学研究発表会論文集, pp.125-129, 1993.
- 2) 大谷茂樹：交通均衡からみた都市高速道路乗り継ぎ制についての考察、京都大学修士論文、1994.
- 3) 北野宏明：遺伝的アルゴリズム、産業図書、1993.
- 4) 安田幸司・秋山孝正：都市高速道路乗り継ぎ制の運用と理念、平成7年度 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.465-466, 1995.