

IV-216 GAによる新交通・輸送システムの路線建設最適化

九州大学 学生員 ○池田弘幸 西川泰徳

九州大学 正 員 太田俊昭

九州共立大学 正 員 三原徹治

1. はじめに

物流システムのネットワーク建設にあたり、効率的な路線建設を行うために最適な建設路線の選定、およびその建設順位についての検討が必要である。この問題は組合せ最適化問題であるため、従来の方法では膨大な計算量を必要とする。この難点を克服する手法として遺伝的アルゴリズム（GA）を用いた手法が注目されている。著者らはこれまで、可能物流量最大化による最適化を行ってきたが¹⁾、本研究では目的関数を経済効率を考慮するため費用対効果最大化とした場合の最適路線計画を行い、その数値計算結果について考察したものを報告する。

2. モデル路線

モデル路線を構築するにあたり、基本データとして平成2年度道路交通センサス OD表を用いた。路線は福岡市内について OD表の各ノードの重心となる箇所（ターミナル設置箇所）を決め、それらを相互に結ぶように設定する。本システムは基本的に道路下に建設されるとするため²⁾、既存の主な道路を路線候補とし、その中から各ターミナル間を最短で結ぶ路線を選定した。このうち、計算の簡便化を図るため今回は特に対象範囲を都心部周辺とし、モデル路線を設定した。路線図を図-1に示す。

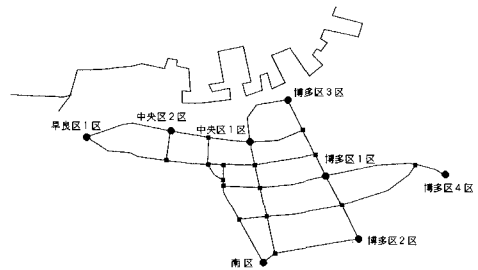


図-1 モデル路線図

3. 交配個体選択 GAによる解法

本研究では、少夫多妻制（または少妻多夫制）の生殖システムにヒントを得た新たな淘汰・交配オペレーションを導入した交配個体選択 GAを用いたが、その特色としては次の3点が挙げられる。

- ① 適応関数値による交配個体と被交配個体との類別
- ② 交配個体と被交配個体による「確実」な交配
- ③ 交配個体のそのままの形で次世代への引継

ここで交配個体とは、全 N_p 個の線列のうち良好な適応関数値を持つ、全体の20%程度以下で選択された線列をいい、他を被交配個体として類別する。 N_p 個の交配個体および $(N_p - N_s)$ 個の被交配個体におけるある個体 n は、その適応関数値に応じた交配選択確率 P_n を有する。この値は交叉の際に個体 n がルーレットゲームにより選出される確率を表しており、線列の配列（性質）の次世代への伝わりやすさに影響するが、交配個体の線列はそのまま次世代に残され解の劣化を防止するとともに、被交配個体に含まれる適応関数値の低い線列にも比較的高い交配確率が与えられ、集団内の多様性を維持している。

$$\text{i) 交配個体の場合} \quad P_n = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^{N_p} f_i} \quad \dots(1)$$

$$\text{ii) 被交配個体の場合} \quad P_n = \frac{f_n}{\sum_{i=1+N_s}^{N_p} f_i} \quad \dots(2)$$

4. 数値計算例

一般に最適化問題では目的関数の設定によって同一条件下でも最適解が変化する。これまでの研究では目

関数を可能物流量の最大化とする最適化を行ったが、この場合、輸送上無意味な路線が選択される場合があった。そこで、経済性の向上を目指すため、目的関数を費用対効果最大化、制約条件を工期毎建設費とする建設順位最適化問題を設定した。数値計算は人口数 $N_p=100$ 、交配個体数 $N_s=20$ 、突然変異発生確率 $P_M=0.2$ 、最大計算世代数 $=100$ とする計算パラメータを用いた。工法については、全路線をオープンカットで建設する場合と、地下鉄路線下などの一部路線をシールド工法で建設する場合を考慮し、オープンカット工法による建設費 $=40.2$ (億円/km)、シールド工法による建設費 $=82.0$ (億円/km) とした。

評価工期1工期の場合の計算結果を図-2に示す。図中、簡易評価関数値は可能物流量最大化により得られた解をその総予算額で割ったものである。

評価関数値は工法別なしの場合、建設費11.5で最大値をとり、工法別ありの場合は建設費9.0と10.5で最大となることから、本問題においても工法の違いが考慮された結果が得られている。

また、評価関数値は簡易評価関数値より全体的に大きな値をとっていることから、費用対効果によって経済性の向上を指向する場合には可能な範囲で目的を直接的に表現する目的関数を設定する必要があることがわかる。このような差異は単に評価値の違いだけでなく、選択された路線の違いとしても表れている。その一例として、工法別なし・予算11.5における最適路線を図-3（費用対効果最大化）、図-4（可能物流量最大化）に示す。接続されたターミナルは全く同じであるが、図-4にある不必要と考えられる路線が図-3では除外されていることがわかる。

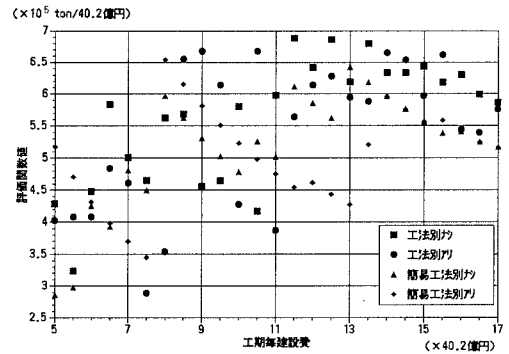


図-2 評価関数値

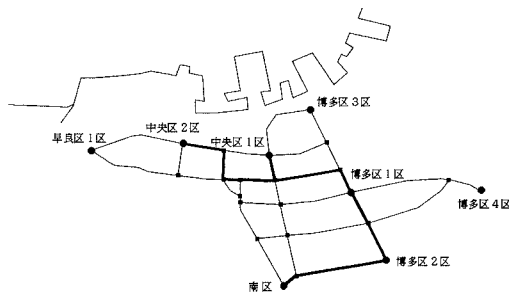


図-3 費用対効果最大化による解

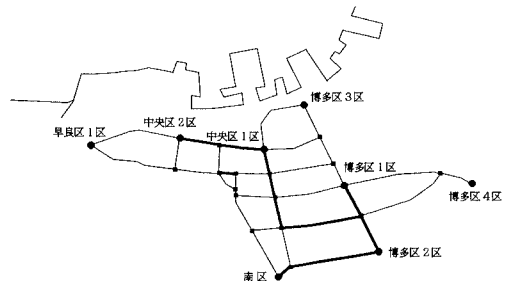


図-4 可能物流量最大化による解

5. おわりに

本研究では、目的関数を費用対効果最大化とする最適化問題について定式化を行い、数値計算を行ったが、その結果より本法の妥当性と有用性を確認することが出来た。今後は、環境等といった側面からの目的関数の定式化およびその適応性の確認を行っていきたい。

【参考文献】

- 1) 池田, 太田, 三原: GAを用いた新交通・輸送システムの最適路線計画, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp782-783, 1996
- 2) マリーン・エクスプレス構想研究委員会専門委員会: マリーン・エクスプレス構想 (PHASE-I) に関する研究総括報告書, 1994. 10