

グループ内の施工順位を内生化した道路整備のグループ化とその優先順位決定に関する研究

A method for determining the groups of road segments, the priority between them
and the priority order of road segments with in each group to be improved

田上 博*・清田 勝**・橋本 武***

Hiroshi Tanoue, Masaru Kiyota, Takeshi Chishaki

1. はじめに

従来の最適ネットワーク計画問題では、ネットワーク完成時の評価基準を最適にすることに主眼がおかれ、工事による交通混雑の影響や容量増加による総走行時間の短縮量などの影響が考慮されてこなかった。ネットワーク完成時の評価基準を最適にする問題は、最適解を求める手順がたとえ多段階になっていても、工事期間中に生じる総走行時間の短縮量や増加量が考慮されていないので、本質的には単一段階の決定問題と考えられる。

慢性的な交通混雑を呈している市街地を対象にして工事を行う場合には、工事によってさらに大きな交通渋滞を引き起こし、交通が完全にマヒしてしまうため、対象とする複数の工事区間を同時に施工することは困難である。また、道路整備や道路工事などの公共投資の予算も、単年度で与えられることは希で、何年度分かに分けて配分されるのが一般的である。したがって、道路整備や道路工事の優先順位を決定する問題は、多段階の決定問題として考えるのが妥当である。すなわち、ネットワーク完成時の総走行時間の短縮量を最大にするという視点に加えて、工事中に生じる総走行時間の増加量と整備による総走行時間の短縮量の和の総和を最大にするという視点が必要になる。

道路整備の優先性を考慮した研究としては、飯田の研究¹⁾をはじめ多数の研究があるが^{2~5)}、多段階決定問題として定式化している研究は極めて少ない^{6~8}

。田村等は、ダーウィンの自然淘汰説を基本概念とし、繁殖・淘汰・交叉・突然変異を基本オペレータとした遺伝的アルゴリズムを用いた計算手法を提案している。この計算手法は近似解法で、最適解が得られない場合もあるが、実用面では極めて有効な手法であるといえる。

吉崎は、整備効果(効用)を道路整備による時間短縮量で表し、効用の総和を最大にするためには、どのような順序で道路整備を進めるべきかを決定する手法を提案している。著者等は、工事に伴って生じる交通混雑に着目し、工事期間中の混雑をできるだけ抑えながら、整備の効果を最大にするためには工事区間をどのようなグループに分けて、どのような順序で整備するのが最も効果的かを決定する手法を提案している。

これら一連の研究は、「各期で選ばれる工事リンクの工事日数はすべて同一で、同時に施工する」という仮定に基づいて定式化を行っている。しかし、実際に工事する日数は各期に与えられた日数よりも少ない場合が多く、必ずしも同時に施工する必要はない。例えば、各工事区間の工事日数が各期に与えられた日数の1/3と与えられたとき、各工事リンクを1本ずつ工事する方が、3本同時に工事するよりトータルの総走行時間の短縮量が大きくなる場合がある。

そこで、本研究では、各期で工事する工事区間の組み合わせとその優先順位を決定するだけでなく、グループ内の工事区間の施工順位をも同時に決定する手法を提案するものである。

2. 各グループ内の施工パターン

1期で3本のリンク(A, B, C)を工事する場合の施工パターンを考えてみよう。いま、各工事リンクの工事日数をその1/3と仮定すると、工事パターンと

キーワード: 道路整備、道路網、遺伝的アルゴリズム

* 正会員 佐賀大学教務員理工学部建設工学科

** 正会員 工博 佐賀大学助教授理工学部建設工学科

〒840 佐賀市本庄町1

☎ 0952-24-5191, FAX: 0952-29-440

***正会員 工博 九州大学教授工学部開発都市工学科

〒812 福岡市東区箱崎6-10-1

☎ 092-641-1101, FAX: 092-651-019

して大きく次の3つが考えられる。

① 3本同時に施工するパターン。当然のことながらこの場合、初めの1/3期で施工するのが総走行時間の短縮量は最も大きくなる。

② 1本ずつ施工するパターン。この場合の施工パターンとしては、次の6通りが考えられる。

(A, B, C) (A, C, B) (B, A, C)

(B, C, A) (C, A, B) (C, B, A)

③ 2本と1本に分けて施工するパターン。この場合は次の18通りの施工パターンが考えられる。

(AB, C, -) (AB, -, C) (AC, B, -)

(AC, -, B) (BC, A, -) (BC, -, A)

..... (A, -, BC) (-, A, BC)

1期でリンクA, B, Cを施工するパターンとしては25(1+6+18)通りが考えられ、各パターンごとに総走行時間の短縮量を計算し、その最大値をとれば、施工パターンが求められることになる。

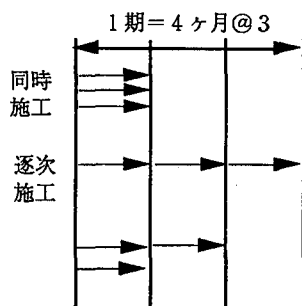


図-1 主な施工パターン



図-2 線列のコーディング

3. GAによる道路整備優先順位決定手法モデル

(1) 遺伝子の記述

M個の工事区間と整備コスト C_j および工期Nは、予め与えられていると仮定する。工事区間を各ビットに対応させ、図-2に示すように線列のコーディングを行う。

工事期間は、次の投資予算(T)の制約条件を満足しなければならない。

$$\sum C_j \leq T_1 \quad (n=1)$$

$$T_{n-1} < \sum C_j \leq T_n \quad (n=2 \sim N) \quad (1)$$

(2) 施工パターンの決定

前項で決定した各期の工事リンクの集合(グループ)の中で、最適な施工パターンを決定しなければならない。本稿では、各グループ内の工事リンクから構成される全ての施工パターンを列挙し、最も総走行時間の短縮量が大きくなる施工パターンの総走行時間を求める。

(3) 適応度関数の設定

前項で求められた総走行時間の短縮量の和を求め、総走行時間の短縮量とする。そこで、総走行時間の短縮量を最大にするような適応度関数は、次式のように表せる。ここで、aは定数である。

$$\begin{aligned} F &= a - \sum (\text{各期の総走行時間の短縮量}) \\ &= a - \sum (\text{施工順序による各期の総走行時間の短縮量}) \end{aligned} \quad (2)$$

総走行時間の短縮量は、予め与えられたOD交通量を等時間配分し求める。

(4) 遺伝子演算子の設定

交叉は、ランダムな1点交叉とする。また、予算制約条件を満足する路線の部分集合間での交叉も試みる。突然変異は、ランダムに1点突然変異を適用する。選択はルーレット選択とエリート保存戦略を用いる。

4. おわりに

グループ内の施工パターンを考慮した道路整備の優先順位決定する問題に遺伝的アルゴリズムを適用して近似解を得るための手法を提案した。

今後の課題として次の点が挙げられる。

(1) 実際の道路工事では、「一方通行」や「交互通行」などの交通処理が通常採られている。これらの目的は、道路工事による混雑をなるべく避けて円滑な交通流を確保することであるので、工事期間中の交通流を円滑に流すような道路工事の建設システムが必要となる。

(2) 本手法の有用性を確認するために、厳密解法との比較をする必要がある。

(3) 線列のコーディングの際に、工事区間が大量に増加したときは、配分計算に影響がなく同等な性格をもつと思われる工事区間を一つの路線として取り扱い、各ビットに割り当てることを検討する。

(4) 道路整備の優先順位決定問題は、利便性の向上や経済性、環境といった複数の評価項目を同時に満足する必要がある。

参考文献

(1) 飯田恭敬：最適ネットワークの構成手法、土木学会論文報告集、No. 241, pp135～144, 1975

(2) 西村昂・日野泰雄：最適ネットワークに関する一考察、土木学会論文報告集、No. 250, pp85～97, 1976

(3) 枝村俊郎・森津秀夫：最適交通ネットワーク問題の厳密解法と近似解法、土木学会論文報告集、No. 262, pp113～127, 1977

(4) 朝倉康夫：交通混雑を考慮した最適道路網計画モデルとその適用、土木計画学研究・論文集、No. 2, pp157～164, 1985

(5) 吉崎収：道路整備優先順位決定手法の検討、オペレーションズ・リサーチ、No. 3, pp223～225, 1985

(6) 田村亨・杉本博之・上前孝之：遺伝的アルゴリズムの道路整備優先順位決定問題への適用、土木学会論文集、No. 482/IV-22, pp37～46, 1994

(7) 清田勝・田上博・角知憲・出口近士：工事による混雑を考慮した道路整備のグループ化とその優先順位に関する研究、土木学会論文集、No. 494/IV-24, pp63～70, 1994

(8) 米澤保雄：遺伝的アルゴリズム進化理論の科学、森北出版、1993

(9) 北野宏明：遺伝的アルゴリズム、産業図書、1993