

GAによる道路ネットワーク震災復旧モデルの開発*

Optimization of Post-Earthquake Restoration of Road Networks using Genetic Algorithms

有村幹治**、 田村 亨***、杉本博****

by Mikiharu ARIMURA **, Tohru TAMURA ***, Hiroyuki SUGIMOTO ****

1 はじめに

阪神大震災でも明らかな様に、震災が発生した場合には、広域的な道路ネットワークの復旧が重要な課題となり、復旧資材や人員の制約から、復旧の優先的決定プロセスの構築が必要とされる。その内容には、復旧に関する新しい情報が時々刻々と入手されることを考慮し、逐次、被災状況を更新し、復旧箇所を選定できることが要件となる。本研究は、確率的近似解法である遺伝的アルゴリズムの解探索時間の短縮に注目して、震後復旧モデルを開発することが目的である。

この問題については既にいくつかの先行研究^{1) 2)}があり、ここでは、川島・杉田論文の問題定式化を基本的な前提として、これにGAを適用することを考えた。

2 川島・杉田論文¹⁾を基本とした問題設定

川島・杉田論文における問題設定において、特徴的なことは「孤立」地点の概念の導入である。具体的には図-1に示す、A、B、D地点であり、「ある地点周辺の道路が全て被災し、外部から到達不可能となった地点を「孤立」と呼び、孤立にはある1カ所が復旧

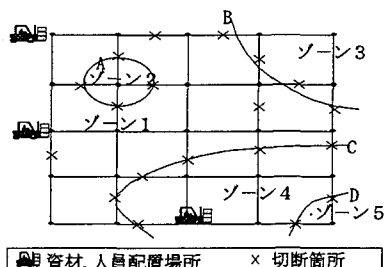


図-1 仮想ネットワーク

* キーワーズ: 遺伝的アルゴリズム、復旧モデル

、* 学生員、正員 室蘭工業大学

(室蘭市水元町 27-1 Td 0143-47-3419)

**** 正員 北海学園大学

(札幌市中央区南 2 6 条西 1 1 丁目 1-1 Td 011-841-1161)

すれば解消する場合と何段階にわたって復旧を進めなければならない場合がある」としている。

目的関数としては、①復旧開始から完了までに要する時間の最小化②特定の路線、あるいは地区の復旧に要する時間の最小化③投入する復旧資機材及び人員の最小化、等があるとしている。

この論文においては、制約条件が多いことを理由に、総あたり法により分析を行っている。しかし、計算時間がかかることから、ヒューリスティックな手法の援用も行っている。本研究の問題設定も、基本的にはこの論文と同一であるが、GAによる問題定式化のために追加条件が付加される。それについては3章で述べる。

3 問題の定式化

以上にまとめた川島・杉田モデルをGAとして、置き換えることを考察する。所与のデーターとして、①ネットワークの形②各リンクの復旧原単位(日/人)③復旧資機材の配置場所と人員数④対象ネットワークの外部ネットワークとの接続⑤被災リンク番号等が与えられるものとする。復旧の考え方は2つあり、それぞれの場合で目的関数を変える必要がある。つまり、ノードの最短連結時間と道路網機能の「復旧率」の2つである。(図-2)

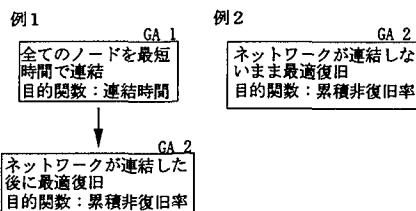


図-2 復旧順序に関する2つの考え方

図-2の例1は、GAを2段階にわたって使用するもので、まずGA1で孤立地点を最短日数で復旧する。この場合は孤立したネットワーク内に復旧班がある地

区は外部と連結するリンクを復旧する。復旧班は連結したリンク内でしか移動ができず、復旧にしたがい順次連結したネットワーク内の他の復旧班と同時に活動できるようになる。次にGA 2に移り、できるだけ短い期間でかつ道路機能が早急に回復するような目的関数を設定する。この段階では復旧班及び資機材は対象ネットワーク内のどこにでも移動できる。図-2の例2の場合はネットワークが連結しないまま、最適復旧を行うもので、例1のGA 2だけで復旧する。この場合は孤立地域へのリンクの連結は優先されなく、交通機能上重要な復旧は進むが公平性ともいえる交通路線確保の点で問題が残る可能性がある。なお目的関数はGA 1は全ノードの連結時間の最短化、GA 2は図-3に示す累積非復旧率(斜線の面積)の最小化とする。

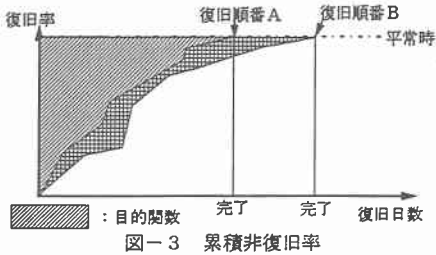


図-3 累積非復旧率

4 GAの線列の設計について

図-4はGA 1、2の線列の概念図である。この様に、同じ遺伝子の値でも意味を変えることで2つの線列の設計が可能である

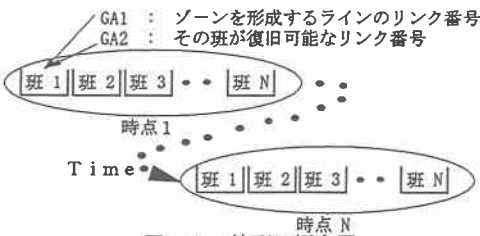


図-4 線列の概念図

図-5はGA 2の場合の線列の全体図である。設計変数にはリンク番号ではなく、「復旧可能な被災リンク番号」が入る。復旧リンク番号は各復旧班が最初の復旧が終わった時点で随時、つぎの「復旧可能なリンク番号」に更新される。この際に同じリンク番号の情報を持つ遺伝子が複数の班に割り当てられたときには、片方を致死遺伝子として処理し、1つの班は1つのリンクの復旧にあたるものとする。また、条件として、

複数班が1つの路線の復旧に協力してあたることもできる。協力する場合は致死遺伝子として扱わず、復旧時間は人数に比例して短縮するものとした。

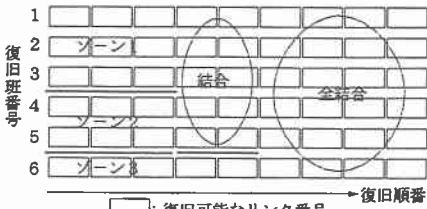


図-5 線列の設計のイメージ図

5 ケーススタディ

図-1のネットワーク図を使用して、GA 1の最短時間で復旧順番の組み合わせを試みた。各班はすべての孤立地点を連結させるようにリンクを復旧するので、設計変数には孤立を発生させるラインの最短復旧路線を選んだ。復旧能力は各班によって人数によって異なるものとし、1つのラインに複数の班が復旧にあたらぬものとした。結果(図-6)は経験的に納得ができるものであり、分析手法の有効性が確認できた。

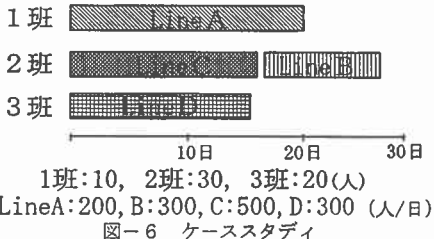


図-6 ケーススタディ

6 おわりに

本研究は震後復旧過程にGAを適用したものであり、孤立地点の連結と全体ネットワークの復旧時に別の目的関数を与えた。また、復旧時に班が協力する事を認め、それに伴う組み合わせ数の増加に、線列を工夫することでGAで計算を行った。今後は、実際の道路網で検討する事が課題である。

<参考文献>

1) 川島一彦・杉田秀樹：広域震災を受けた道路ネットワークの復旧過程予測システムの開発；1993年2月 オペレーションズリサーチ
2) 山田善一・家村浩和・野田茂・伊津野和行：道路交通網の最適な震後復旧過程の評価；土木学会論文集368号 1986年4月