

IV-41

復旧班の協力を考慮した被災ネットワーク復旧モデル

室蘭工業大学 学生員 ○有村幹治
 北海学園大学 正員 杉本博之
 室蘭工業大学 正員 田村亨
 室蘭工業大学 フェロー 齊藤和夫

1. はじめに

自然災害によって被災した道路ネットワークの復旧の迅速かつ効果的な復旧は重要な課題である。しかし組織的な復旧戦略の決定は、復旧班が協力して被災したリンクの復旧を担当することから、最適な協力組み合わせの決定は困難となる。本研究は準最適解探索手法である遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithms、以下 GA と呼ぶ）を用い、復旧班の協力体制を考慮できる復旧モデルを構築し、実際の道路ネットワークに適用することを目的とする。

2. 被災状況と組織的復旧のモデル化

(1) 被災状況

対象となる被災状況は、①道路ネットワークは自然災害等で地方公共団体の管轄を超え広域的に被災し、被災リンクの時間距離は通常時に比べ増大化している②被災リンクの被災量は復旧班単体の処理能力を超える場合がある、の2点を特徴とする。

(2) 復旧班

復旧班は、それぞれ管轄のノードを持ち、被災リンクのどちらか一方のノードが管轄のノードの場合には復旧を担当できる。復旧班の管轄範囲は他の復旧班の管轄範囲と重なっていても構わなく、重なった管轄範囲内では復旧班が協力して被災リンクの復旧を担当できる。復旧能力は、被災量の単位を unit とし、1 日に処理できる被災量（unit/day）を表す。

$$SURA = \min (HP / \alpha, MP) \times \beta$$

HP：複数復旧担当班による総投入人員数

MP：複数復旧担当班による総投入建設機械数

SURA：複数復旧担当班の全復旧能力（unit/day）

α ：1 日の建設機械を扱う人員数

β ：建設機械 1 機あたりの復旧能力（unit/day）

(3) 被災リンクの復旧所要時間

本研究では、各被災リンクの復旧に要する日数は被災リンクの被災量（unit）を復旧に当たる復旧班の総復旧能力で除することで算出できるものとする。ただし、担当復旧班の投入人員数・建設機械数・資材数が、最低限必要とされる量に足りない場合、その被災リンクは復旧できないものとする。またある程度以上の復旧能力が 1 つの被災リンクに集中しても復旧の効率は上がらないものと考えられ、その値を飽和復旧能力（図-1 中 RSP）として各被災リンク毎に設定する。

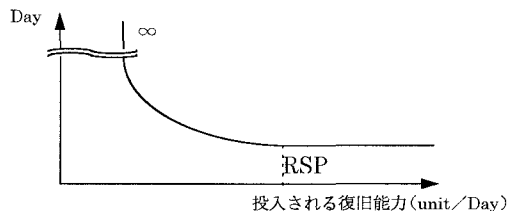


図-1 各被災リンクの復旧日数と投入復旧能力の関係
 以上の3点を協力復旧問題のフレームとし、効果的な復旧戦略を得るために GA を適用する。

3. 協力復旧問題への GA の適用

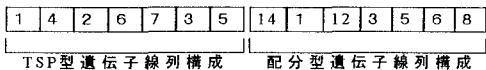
GA に協力復旧問題を適用するためには、協力体制を表現する遺伝子線列の設計と、復旧において効果的な目的関数の設定が必要である。順に説明する。

(1) 復旧スケジュールの遺伝子表現

線列の中に取り組み必要のある情報は、「被災リンクの復旧班への振り分け」と「振り分けた被災リンクの復旧順番」である。本研究では、「巡回セールスマン型（TSP 型）」とバイナリ表現型である「配分型」の2つの遺伝子線列の構成方法を、1つの線列の中に同時に記述する。

KEYWORDS 遺伝的アルゴリズム, 防災, 被災道路ネットワーク

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 Tel: 0143-47-3419 Fax: 0143-47-3411



圖一-2 遺傳子線列設計

(2) 協力を表現する設計変数のコーディング

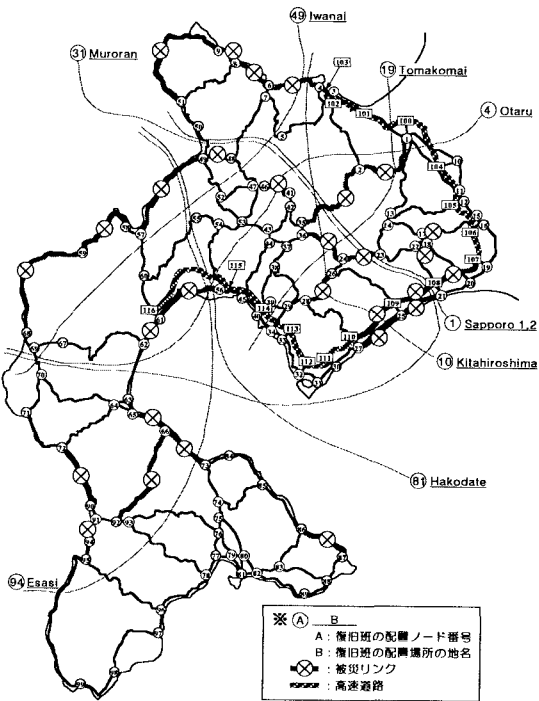
TSP 型遺伝子線列の設計変数は被災リンク番号を示し、左側から復旧優先順位が高いものとする。配分型遺伝子線列の設計変数は複数班の協力体制を示す数字を代入し、TSP 型遺伝子線列と対応させることで組織的な復旧スケジュールを表現する。

(3) 広域道路網復旧のための目的関数の設定

本研究では長期的復旧となる被災状況を扱う。よって復旧日数の短縮化だけではなく、復旧早期での道路ネットワーク性能の回復も評価する。そこで、被災リンクが復旧される毎に時間距離が回復したネットワークのODアクセシビリティ指標を算出し、同指標の増加分と被災リンクの復旧完了時間の積を累積した値を目的関数としてGAにより最小化した。

$$\text{OBJ} = \sum_{i=1}^n [\{ S(i) - S(i-1) \} \times \text{RT}(i)]$$

n:被災リンク数

 S_i :被災リンク i が復旧した後のアクセシビリティ指標 ($S_0=0$)RT_i:被災リンク i の復旧完了時間

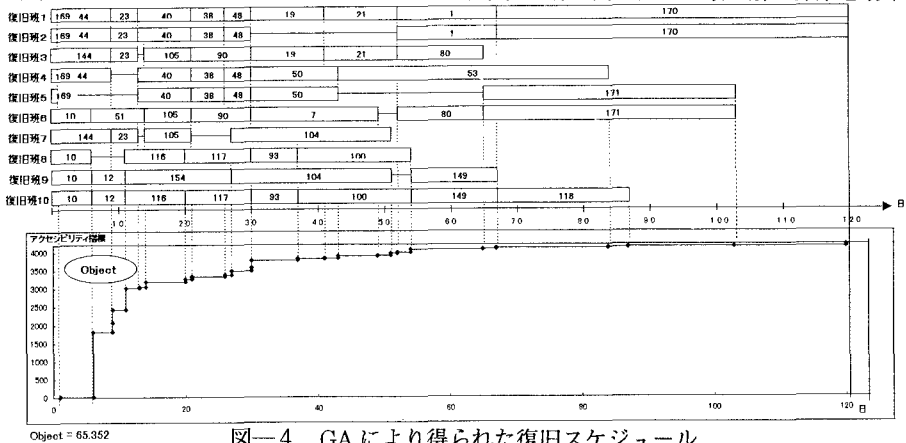
図—3 対象ネットワーク

4. 国道レベルのネットワークへの適用

本研究では北海道南西部の道道を含む国道ネットワークが、何らかの自然災害によって複数のリンクが複数同時に被災したと想定し、実際に構築したモデルにより最適化計算を行った。ODは平成2年度道路交通センサスより設定した。被災時のノード間時間距離は平野部の被災リンクでは何らかの迂回路があるもの、海岸部では寸断もあるものとして適当な

5. 結論

本研究で構築したモデルは①復旧班の人員・建設機械・復旧資材②管轄範囲③被災リンクの被災情報④被災ネットワーク形態、を変数として扱える。また、本稿では詳細な記述は避けるが、復旧班の組み合わせ制約を自動的に遺伝子線列に取り組むことで探索する解空間を限定し最適解の探索を効率化した。



図一4 GAにより得られた復旧スケジュール