

## I - B417

## GAによる異種ライフラインの復旧支援について

北海道開発コンサルタント（株） 正会員 片桐章憲、北海学園大学工学部 正会員 杉本博之

1. まえがき ある都市において直下地震を受けた時の被害の規模は、過去の例からも明らかであり、これまでの本研究では、道路網における災害復旧問題として、被災箇所の最適復旧順位と復旧班の最適配分にGAを用いることを試みてきた<sup>1)</sup>。その時、道路網における被災は、遮蔽物の撤去作業や道路補修作業が必要であると考え、同時にこの2つの被災が発生した箇所では前者の作業が先に終了しなければ、後者の作業に着工できないといった作業時間のずれによる時間的階層性を考慮した<sup>2)</sup>。

そこで本研究では、時間的階層性の考えから道路網の被災のほか、相関性のあるライフラインとして上水道網の災害復旧問題を同時に解くことを試みる。その際、それぞれの被災ライフラインにおいて復旧評価が必要であり、目的関数は道路網、上水道網それぞれにおいて、累積非復旧率の値の和とし、この値の最小化を目的としている。道路網においては、被災発生箇所の道路機能上の重要度を復旧の指標とし、上水道網においては給水可能となったエリアを復旧の指標とする。

2. 道路網と上水道網の被災モデル 本研究での道路網と上水道網の被災モデル図は、図-1、2に示している。図-1が道路網の被災モデルであり記号(▲)は遮蔽物撤去作業単独の箇所、記号(×)が道路補修作業単独、記号(\*)が遮蔽物撤去と道路補修の両方が必要な箇所である。記号左上と右下の数字が被災箇所の番号であり、遮蔽物撤去作業が21箇所、道路補修作業箇所が34箇所を表している。モデル図はノードとリンクで構成し、リンクの太線が重要度3、中線が2、細線が1としている。各被災箇所を担当する復旧班はノードに拠点し、遮蔽物撤去作業班を記号(○)で表し4班、道路補修作業班を記号(□)で8班としている。各記号の左上、右下の数字は班の番号である。各被災箇所には被害量、復旧班には1時間に処理可能な被害量として能力値を与える。

図-2は、上水道網の被災モデルであり、図の矢印が配水管とその流れの方向を表し、配水管を連結する記号(①~⑳)が各家庭に水を供給する流出節点である。上水道網の被災箇所を記号(×)で30箇所表し、その補修作業班を記号(◎)で表している。点線が上水道網の上に位置する道路網を表しており、上水道網の被災箇所までの移動ルートが無ければ、上水道補修作業班は着工できないといった時間的階層性のある問題である。各被災箇所、復旧班には道路網と同様に被害量と能力値を与える。

以上のような条件のもとで図-3に示す累積非復旧率の計算が可能となる<sup>2)</sup>。そして、それぞれの道路と水道網の被災モデルから求められた評価関数値を $f_1$ 、 $f_2$ 、どちらかのモデルの作業を優先させる重み係数を $\alpha$ とし、目的関数を $f$ とすると $f = f_1 + \alpha \times f_2$ と定義し、この最小化問題として考えている。

3. GAの線列コーディング この問題における線列のコーディングの概念を表-1に示す。線列は、被災内容毎に大きく別れ、更にそれぞれの作業内容の前半で被災箇所の復旧順位、後半で復旧班の配分問題を同時に考えている。復旧順位は10進数、配分は2進数でコーディングとなる。この線列の表す意味は、あ

表-1 線列の概念

| 遮蔽物撤去 |    | 道路補修 |    | 上水道補修 |    |
|-------|----|------|----|-------|----|
| 順位    | 配分 | 順位   | 配分 | 順位    | 配分 |
| 10進   | 2進 | 10進  | 2進 | 10進   | 2進 |

表-2 線列のコーディングの一例

| 順位      |               | 班配分         |  |
|---------|---------------|-------------|--|
| 復旧順位    |               | 担当被災箇所      |  |
| 線列      | ( 5 4 1 3 2 ) | 2 1 2 2 1 ) |  |
| 被災箇所の番号 |               | 復旧班の番号      |  |

genetic algorithm, coding of string, time stratum, accumulation non-restoration rate

〒064 札幌市中央区南26条西11丁目 TEL 011-841-1161(734) FAX 011-551-2951

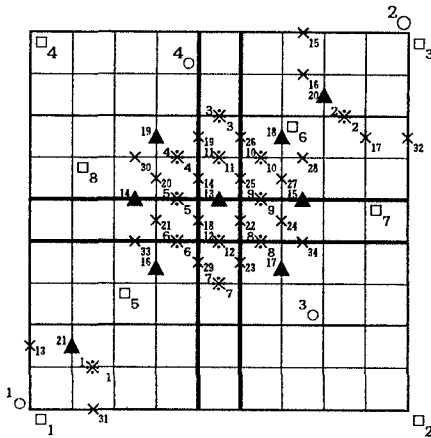


図-1 道路網の被災モデル

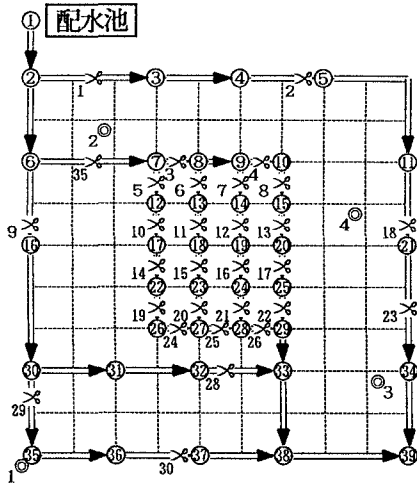


図-2 水道網の被災モデル

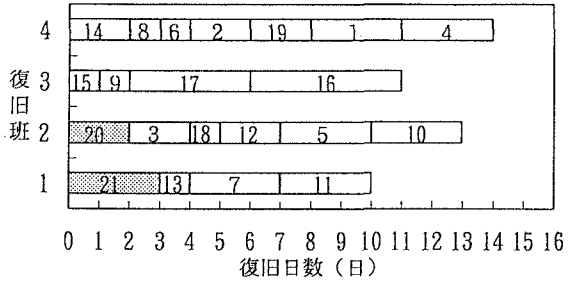


図-3 遮蔽物撤去作業の復旧工程表

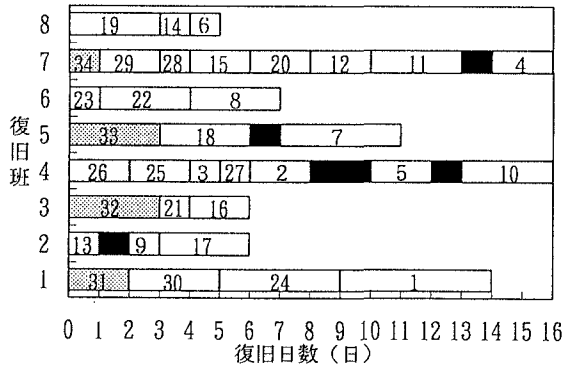


図-4 道路補修作業の復旧工程表

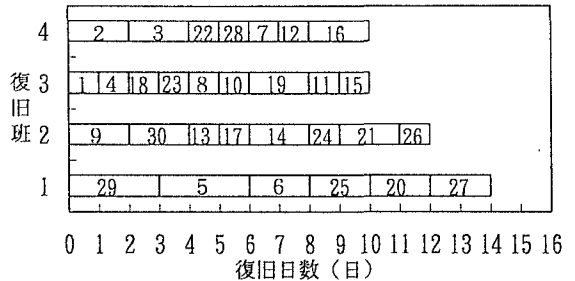


図-5 水道補修作業の復旧工程表

る被災内容において表-2に示ようになる。被災箇所番号は復旧順位を表し、復旧班の番号の並びは担当被災箇所を表しており、1班は被災箇所2と5を担当するので、復旧順位から5⇒2の順で担当することになる。同様に2班は、4⇒1⇒3の順で担当することになる。

4. 計算結果とまとめ 図-3～5は、順に遮蔽物撤去、道路補修、上水道補修作業のGAの結果による復旧工程表であり、各被災において各復旧班が担当した被災箇所の番号を、必要な復旧日数の長さで表している。灰色の部分は、復旧計画以前から担当していた被災箇所を表し、黒色の部分は、時間的階層性による作業待ち時間である。道路網においては、遮蔽物撤去作業の被災箇所14、19、道路補修作業の被災箇所22、23、25、26といった重要度の高いリンクが早くに開通している。水道網においては、モデルの外側の被災箇所から作業を行っており、時間的階層性による作業待ち時間はなく、比較的良好な結果と言えよう。よって、このような複雑な組合せ問題でもGAを用いることで比較的信頼のできる解を求めることが可能である。

参考文献 1) 片桐章憲・杉本博之・田村亨：GAによる災害復旧時の配分および順位決定について、第51回年次学術講演会講義概要集I-B 372, pp. 744-745, 1996. 2) 杉本博之・片桐章憲・田村亨・鹿沓麗：GAによるライフライン系被災ネットワークの復旧プロセス支援に関する研究、構造工学論文集, Vol. 43A.