

京都大学防災研究所 フェロー 亀田弘行

名城大学都市情報学部 正会員 若林拓史

京都大学防災研究所 正会員 田中 聡

京都大学大学院 学生員 村上 明

1. はじめに

本研究は、従来からなされてきている道路ネットワークの信頼性の評価に、新たに構造信頼度を評価指標に加えて、より現実に即した道路ネットワークの信頼性解析を行うための評価法を提案することを目的に行い、信頼性グラフ解析法による方法と、総走行時間の差に着目した総走行時間影響値を用いた方法の2つで道路ネットワークの信頼性を評価した。さらに、構造信頼度を基に、ネットワークの破壊パターンの限定も行った。

2. 研究の概要

左の図1のフローチャートに則って本研究を行った。各部分について説明すると、

1) 対象ネットワークの設定

対象とする地域を決定することにより、考慮すべき想定地震、地盤条件、道路ネットワーク形状・データ、人口分布が定まる。なお、本研究では、解析を簡単にするため仮想の格子状ネットワーク（リンク総数40、ノード・セントロイド数25）で解析を行った。

2) OD 表の作成

各ノードの発生・集中交通量は人口に比例すると仮定し、人口の比を3段階に分け、エントロピー法を用いて OD 表を作成。

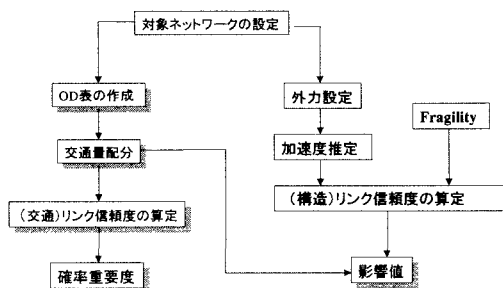


図1 研究の流れ

3) 交通量配分

オールオアナッシング配分法を用いて配分を行った。

4) 交通リンク信頼度の算定

リンク交通量は、3)で配分された交通量を平均に持つ正規分布に従う（日々の変動を考慮）と仮定し、リンク容量>交通量となる確率とした。

5) 信頼性グラフ解析法を用いた各リンクの確率重要度の算定

信頼性グラフ解析法によって、任意2点間連結信頼度をネットワークを構成する各リンクの信頼度の関数で表現。この2点間連結信頼度をリンク信頼度で微分して、Birnbaumの確率重要度を算出。これでは、任意の2点間しか考慮されていないので、ネットワーク全体から見たリンクの重要度を見るために、全ODペアごとに確率重要度を計算し、それに各ODペア毎の交通量に比例した重み付けをして足し合わせたものを各リンク重要度とした。

Hiroyuki KAMEDA, Hiroshi WAKABAYASHI, Satoshi TANAKA, Akira MURAKAMI

6) 加速度推定

想定地震の震源位置・規模から距離減衰、地盤条件を考慮し各リンクに与えられる加速度を推定。

7) Fragility

Fragility カurveは、横軸に加速度、縦軸に単位長さあたりの破壊箇所数のような破壊確率をとり、両者の関係を表したもので、過去の地震被害データを統計処理して求める。

8) (構造) リンク信頼度の算出

6)、7) の結果から、各リンクの破壊はポアソン分布に従うと仮定し、リンク i の (構造) 信頼度 r_{si} を以下の式によって算出。

$$r_{si} = \exp(-\lambda_i l_i)$$

λ_i : リンク i の単位長さあたりの破壊箇所数

l_i : リンク i のリンク長

9) 総走行時間を基にした影響値による評価

影響値として以下の値を定義し、各リンクの重要性を示す指標とした。

$$E_a = \frac{TTT(a) - TTT(0)}{TTT(0)}$$
$$E_a' = \frac{\frac{TTT(0)}{\sum_{l=1}^L L_l} - \frac{TTT(a)}{\sum_{l=1(l \neq a)}^L L_l}}{\frac{TTT(0)}{\sum_{l=1}^L L_l}}$$

(単位長さあたり)

ここで、 $TTT(0)$: リンクが全て健全なときの総走行時間、 L_l : 各リンク長

$TTT(a)$: リンク a が破壊した場合の総走行時間

1 0) モンテカルロ法を用いた、ネットワークの破壊シミュレーションと交通量の再配分

モンテカルロ法を用いて、破壊のパターンを限定し、その限定されたパターンについて交通量の再配分を行い、影響値を算出。

3. 結果と考察

ネットワークの評価指標として、重要度と影響値とを算出し、違いがあることが解った。この2つの指標には以下に示すような特徴がありどちらがより優れているというわけではなく、状況に応じて使い分ける必要がある。

- 1) 重要度は、地震後のネットワークの想定が必要が無く、1度の配分計算だけで指標が得られる。
- 2) 影響値は、求める際に再配分を行うため、地震後の交通量の変化に対応可能である。

4. 今後の課題

- 1) 本研究で得られた「重要なリンク」を補強した場合の効果を定量的に評価するための評価法の開発
- 2) 実存ネットワークへの適用
- 3) 地震後の OD 交通量の推定法の開発

参考文献: 綾貴穂、近藤光男、山根丈、廣瀬義伸: 地震災害が道路網と交通に与える被害分析
第52回土木学会年次学術講演概要集第4部 pp578~579、1997.9 など。