

非常時の輸送を想定した道路ネットワークにおける信頼性の分析

金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学系 学生会員 ○柴瀬 憲治
金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学系 学生会員 大澤 脩司
金沢大学 理工学域環境デザイン学系 正会員 中山 晶一朗
金沢大学 理工学域環境デザイン学系 フェロー 高山 純一
金沢大学 理工学域環境デザイン学系 正会員 藤生 慎

1. 背景, 目的

道路は、生活を営む上で最も基本的な活動基盤の1つである。交通機能が麻痺すれば社会活動、産業活動に混乱を引き起こし、社会生活に大きな影響を与える。非常時における交通機能がいかんして確保し、速やかな社会回復を図るか、ということもまた重要な課題といえる。

上記で述べたことを踏まえて、地震などの大災害が発生した時（非常時）の道路網の信頼性を分析する必要がある。本研究では、非常時における道路網の連結性能を評価する信頼度の計算方法を提案し、信頼性分析を行う。分析で得られた結果を用い、広域的な道路網における連結信頼性が低い箇所と高い箇所を明確にすることを目的とする。

2. 研究のアプローチ

(1) 連結確率の計算手法

本研究では、OD間の連結確率の計算フローを図1に従って行うものとする。

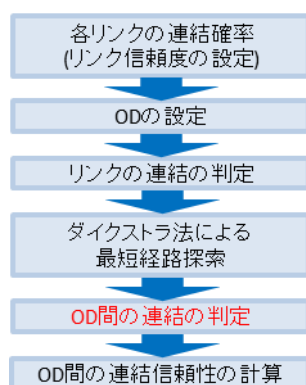


図1 連結確率の計算フロー

リンク信頼度は各リンクの強さ(脆弱さ)を表しており、0~1の範囲で与えられている。リンク信頼度については(2)で述べるものとする。リンクの連結については、予め各リンクに旅行時間を与えておき、こ

れに対して各リンクに0~1の範囲で乱数を発生させる。この乱数は災害が発生した時の災害の大きさを表している。発生させた乱数がリンク信頼度を超えていなければそのリンクは連結しているものとして、リンクの旅行時間は予め与えておいた値を使用し、乱数がリンク信頼度を超えていれば途絶しているものとし、そのリンクの旅行時間を膨大なものに置き換える。以上の状況にした後にダイクストラ法により最短経路を選択し、もし、選択された経路に途絶したリンクが含まれていなければOD間は連結しているものとして連結=1を出力する。途絶したリンクが最短経路に含まれていた場合には、どの経路を選択しても途絶したリンクを通行していることになるため、OD間は途絶したものとし途絶=0を出力する。その結果、最終的な計算結果は1か0で表現され、本研究では1か0の計算を10000回行い平均を取ること

(2) リンク信頼度の設定

上記でも述べたように、発生させた乱数がリンク信頼度を超えなければ1（連結）、超えれば0（途絶）として、OD間の連結確率を求める。そのため、リンク信頼度を決定する必要がある。本研究では、リンク信頼度を推定する際に考慮すべき要因について考えた。

道路が通行不可となる場合は、地震による道路破壊だけでなく、沿道建物の倒壊による通行不可¹⁾、また、地震に伴って発生する土砂災害、津波などの複合災害による通行不可、更には季節、天候によっては豪雪、豪雨による浸水等様々な要因が挙げられる。本研究では、これらの要素のデータを入手しリンク信頼度の決定を行った。また、対象道路ネットワークは輸送を想定しているため緊急輸送道路を選定した。本稿では、浸水、土砂災害を例に挙げて述べる。これらについては国土数値情報のデータ²⁾を

使用した。これらのハザードについて、緊急輸送道路との重複を分析し、各種ハザードとの重複が見られるリンクについては、リンクの信頼性が低いものとし、様々な要素を含めた上でリンクの信頼度を決定した。緊急輸送道路と各種ハザードとの重複については、以下の図2の赤色の線の部分を重複と定義し、リンク信頼度の決定を行った。なお、詳細なリンク信頼度の決定については講演時に示す。



図2 緊急輸送道路とハザードの重複

3. 計算結果とリンク信頼性の分析

2(1)で述べた計算方法を用い、OD間の連結の計算を行い、連結結果の過程で計算されている各リンクの連結・途絶の情報からリンク信頼性の分析を行った。尚、本稿ではリンクの連結・途絶を判断するリンク信頼度や交通量などのリンクパラメータの値は任意の値を用い、計算の確認について示す。対象地域は634ノード、638リンクの石川県の緊急輸送道路ネットワークとし、始点を石川県庁、終点を県内北部の存在する珠洲市役所とし、県内での輸送を想定し計算を行った。この結果、OD連結確率は0.52となり、任意の値で計算が行えたことを示した。

次に、上記の計算結果を踏まえて県内での輸送を想定する場合のリンクの信頼性が高い箇所と低い箇所を分析ArcGISによる可視化を行った。リンクの信頼性分析のフローとしては、図3に基づいて分析を行った。分析結果をArcGISによって可視化したものを図4に示す。図4の赤色で示されているリンクについては、10,000回の各計算過程の中で全てのリンクについて連結・途絶の判断を行うが、その中で特に途絶の多かったリンクを示している。右図に示すように、終点の珠洲市役所付近で途絶が多くなっている結果となった。これは、各計算の際に毎回リンクの連結・途絶を行った後にダイクストラ法によって最

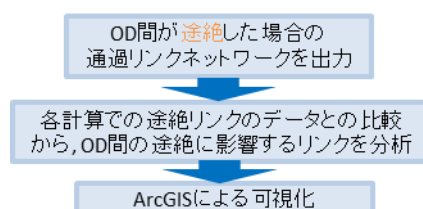


図3 リンク信頼性の分析フロー

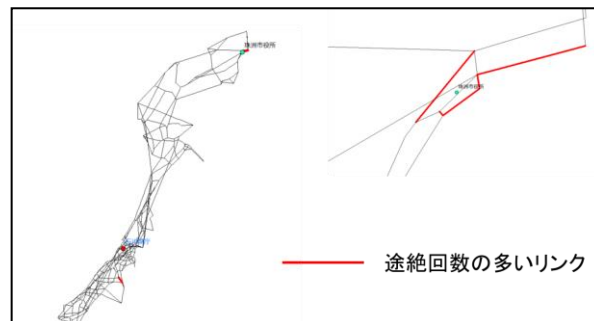


図4 分析結果と拡大図(右図)

短経路を決定するが、終点付近のリンクは連結・途絶に関わらず最短経路に選択される確率が高くなるので、それに伴って途絶に影響する可能性も高くなってしまっているためであると考察される。この結果は、ネットワークの構造が脆弱な箇所を示している。

4. まとめと今後の方針

本稿では任意のパラメータでOD間の連結確率を計算し、GISを用いてネットワークとしての信頼性の低いリンクを明らかにした。今後の方針としては、リンク信頼度の設定を複合災害や沿道建物条件だけではなく、道路自体の強さなども考慮することで計算の精度の向上を図り、より現実に近い結果とすることを第一に進めていく。

5. 謝辞

本研究は国土交通省・道路政策の質の向上に資する技術研究開発の支援を受けて実施したものです。ここに記して、感謝いたします。

6. 参考文献

- 1) 塚口博司, 小川圭一, 田中耕太, 本郷伸和: 歴史都市における道路機能障害の推定, 2009年 歴史都市防災論文集 Vol.3
- 2) 国土交通省 HP
<http://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudojoho.htm>