

道路施設データ一元管理システムによる ネットワーク脆弱性に着目した重要対策箇所選定方策の研究

金沢大学 学生会員 ○光澤 駿治 金沢大学 正会員 中山 晶一朗
金沢大学 学生会員 大澤 脩司 金沢大学 正会員 山口 裕通

1. 背景目的

近年我が国において台風や地震をはじめとした大規模な災害が多発し、道路施設の被災に伴う道路交通網の途絶により災害後の諸対応に深刻な影響が発生している。例えば平成30年7月豪雨では山陽自動車道が土砂崩れによって寸断されたことで物流が停滞し操業を見合わせる工場や休業する小売店が相次いだ。

このような災害発生時における道路交通網の途絶は地域防災拠点間の物資の輸送や人の移動が困難となり作業の停滞によって災害後の復興にも大きな影響を与えることが考えられる。また、適切な救急医療措置が行えず人的被害を拡大させる可能性もある。したがって災害発生時でも道路交通網が維持されるように事前に道路施設を整備しておくことが望ましい。しかし道路網上の道路施設を全て対策するのは財政上困難であり、優先的に対策が必要な箇所を選定する必要がある。このためには道路ネットワークの災害に対する脆弱性を評価し、対策による脆弱性の低減効果を吟味することが必要となる。

ネットワークの脆弱性を事前に評価し対策を取る方法については様々な方法が考案されている¹⁾²⁾。その中で点検データとGISを用いて脆弱性の評価をする方法も検討されているが、それらの研究は斜面や橋梁など単一種類の道路施設に着目するのみであり、複数種類の道路施設を考慮した方法の提案が課題として挙げられる。そこで本研究では橋梁・トンネル・斜面の点検データをGISによって一元管理するデータシステムを構築し、実践的なネットワークの脆弱性分析を行うことで防災計画に適用することを目的とする。

2. 防災点検システムの構築

脆弱性分析を行うにあたり道路施設の各点検データを整理して分析に使用する。この点検データには橋梁やトンネルの場合、点検で判断された対策区分判定および健全度が記載されており、予防保全の観点からみても補修を行う必要がないものから、速やかに補修を行う必要があるものまでを選別可能である。したがって状態の悪い道路施設をネットワークリンクの途絶要因として脆弱性分析を行うことが出来る。

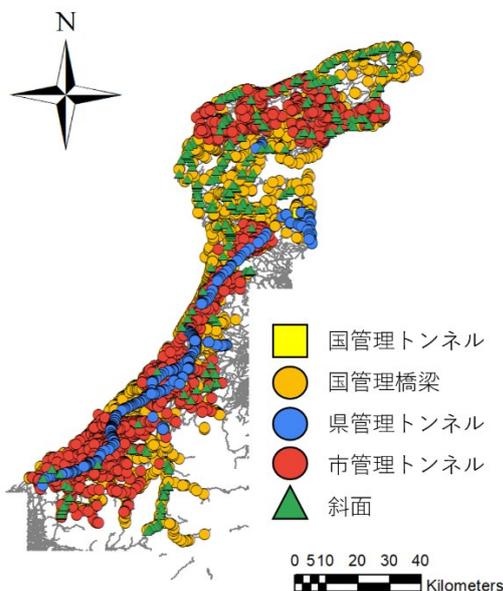


図-1 道路施設データプロット

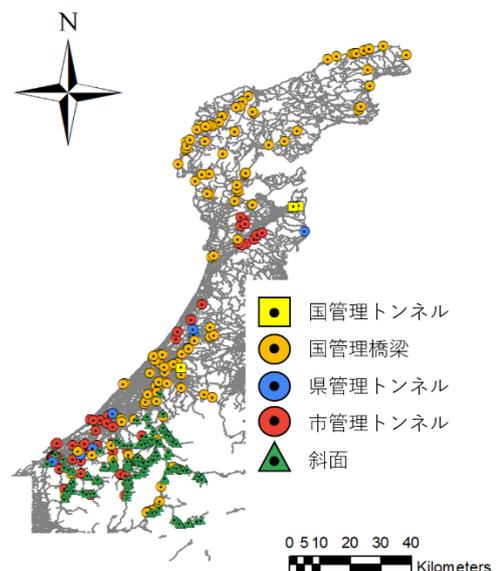


図-2 脆弱施設データプロット

データの使用に際して道路施設の投影には緯度経度情報を用いるが少なからず測定誤差があり、必ずしも道路ネットワークデータ (DRM データ) の道路リンク上にプロットされない場合がある。このため、適切な箇所に施設情報がプロットされるように補正処理を行う必要がある。そこで、本研究では点検データから得られる位置から最も近い道路リンク上の1点 (最近接点) を求め、その最近接点を補正後の施設位置とする。これによって施設データと道路リンクとマッチングさせる。ただし、もともとの緯度経度データの誤差が大きい場合にはこのような補正方法では本来マッチングされるべき道路リンクとは別の道路リンクにマッチングしてしまう可能性がある。これを回避するために、最近接道路リンクまでの距離が離れすぎている施設に対しては、名称や所在地などの諸元と地図を活用して本来の位置を特定し、位置情報を修正する。このようにして作成した施設の位置を描画したものを図-1 に示す。これら施設の中から点検における健全度の低いものを抽出することで、施設の劣化状態の観点から見て補修・補強が必要な箇所が図-2 のように把握できる。なお、同一のリンクに健全度の低い施設が複数存在することを確認することで脆弱性を「リンク単位」で分析することができる。

3. 優先対策箇所の選定

上記の脆弱性分析結果を活用して、災害発生時に各地域の重要拠点間の接続性を確保するための優先対策施設を決定する。紙面の都合上、実際の道路ネットワークでの脆弱性分析を踏まえた優先対策施設の選定結果については講演時に示すこととし、本稿では優先対策施設を決定するための方法論のみを提示する。

道路ネットワークにおいて、切断されたときに到達できる範囲に大きな影響を及ぼすリンクはネットワークの接続上重要なリンクである。さらに、そのリンク上に脆弱施設があるとすればその施設が優先的に対策する必要がある施設であると考えられる。この到達可能範囲に各リンクが与える影響の大きさを分析するために、本研究ではグラフ理論の行列一木定理を用いる。この定理ではリンクの本数がノード数-1本で全てのノードに到達できるリンクの組み合わせ (スパンニングツリー) の数を数え上げることができる。ツリーの数が多い程ネットワークが途絶する可能性が低いと考えられる。まず対象ネットワーク全体のツリーの数を計算し、次に脆弱な施設が存在するリンクを切断した状態で再度ツリーの数を計算する。ツリーの本数が減少した場合、切断されたリンクがネットワークの接続性に与える影響が大きいと考えることが出来るため、各リンクを切断した時のツリーの本数を比較することで、減少量の大きなリンクをネットワークの接続性を確保するための重要なリンクであるとして、そのリンク上の施設を優先対策施設として決定することとする。

4. まとめ

本研究では石川県の道路施設の点検データを使用して、これらを GIS を用いて一元に管理するシステムを構築した。さらに、このシステムを活用した道路ネットワークの脆弱性評価やそれに基づく優先対策施設の選定方法についてそれぞれ方針を決定した。今後は実際の道路ネットワークを対象として行列一木定理を用いた分析を行っていく。

謝辞: 本研究の一部は国土交通省 新道路技術会議において採択され、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究により実施したものである。また多くの自治体の方からデータを提供いただいた。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 岡田真由子：道路防災点検データに基づく石川県の道路ネットワークの災害脆弱性に関する研究 2018 金沢大学学士学位論文
- 2) 三上市藏, 田中成典, 窪田諭, 吉村直記：台風・豪雨を対象とした橋梁防災システムに関する基礎的研究