

橋梁の劣化による道路ネットワークの切断リスクの検討

金沢大学 正員 小川福嗣
金沢大学 正員 近田康夫
金沢大学 非正員 吉田涼平

1. はじめに

これまでに建設・ストックしてきた橋梁を適切に維持管理していくために、長寿命化修繕計画の策定や道路メンテナンス会議の設置などの各種取組みが行われている¹⁾。橋梁は道路ネットワークを構成する道路施設の一部であり、橋梁を適切に維持管理することはネットワーク接続性と密接な関係がある。特に緊急輸送道路に指定された路線にある橋梁は地震などの災害が発生した際にも通行できることが求められ、長寿命化修繕計画においても重要な位置づけがなされていることが多い²⁾。橋梁は、建設当時に適用された示方書や補強の実施による違い等があるが、基本的に地震等の外力に対して十分な耐力を有していると考えられる。しかし、劣化の進行とともに耐力が低下し、ネットワークの切断リスクが高まることが想定される。

本研究では、橋梁が劣化とともに外力に対する抵抗性が低下した場合に、今後道路ネットワークの切断リスクがどのように変化するのかについて検討を行った。

2. 検討手法

検討手法について、図-1に示す簡略化したモデルを用いて述べる。3つの地点（ノード）と各地点間には3

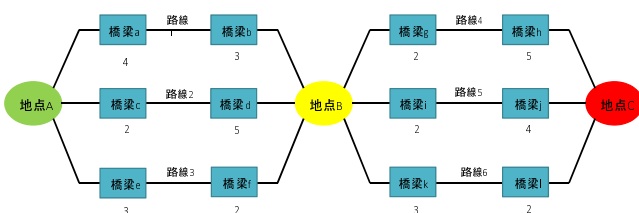


図-1 モデル図

つの路線（リンク）が存在し、路線には橋梁が存在する。このとき路線にあるいずれかの橋梁が通行不能となった場合にその路線は通行不能となり、地点間を結ぶ路線すべてが通行不能となった時にネットワークが切断される。ネットワーク接続性維持の点からは各地点間に最低でも1路線確保できるような維持管理を行う必要がある。橋梁の劣化に伴うネットワークの切断リスクがどのように推移するか解析を行う。

解析対象のネットワークは、災害時に重要な役割を果たす緊急輸送道路とし、緊急輸送路のデータは国土交通省が提供する国土数値情報を用いる。橋梁は石川県が管理する橋梁を対象とする。橋梁の健全度に関する評価方法は確立されてないため、主要部材である主桁の健全度が橋梁の健全度をあらわすものとし、初期値は点検結果の健全度を与える。健全度評価とその状態の関係を表-1に示す³⁾。劣化の進行（劣化曲線）は上

表-1 健全度と状態

健全度	状態
5	劣化損傷が認められない。
4	些細な劣化損傷のみで、点検記録を継続する。
3	軽度の劣化損傷があり、計画的に維持管理補修する
2	重度の劣化損傷があり、早急な補修対策が必要
1	甚大な損傷で安全確保に支障をきたす（通行止め）

部工使用材料により鋼橋とコンクリート橋の2種類に分類し、表-2に示す計算式で与える。ここで、 Y_i は*i*年目の健全度、 x は経過年数を表す。また、図-2に示

表-2 劣化曲線

上部行使用材料	劣化曲線
鋼橋	$Y_i = 5 - 0.00164x^2$
コンクリート橋	$Y_i = 5 - 0.00135x^2$

すように、健全度が2以下となった場合には補修が行われ、健全度は5に回復するものとする。すなわち、予算の制約はなく、健全度が設定値以下となった場合に補修をおこなう維持管理計画であるとする。本研究ではレベル2地震動に相当する大規模地震を想定し、健全度が3以下である場合、すなわち、図-2の赤に示す範囲においては当該橋梁は通行不能となるリスクを有するとする。先述の条件のもと、今後50年間維持管理を行った場合について解析を行った。接続性の確認および可視化にはGISを用いた。

3. 解析結果

解析結果の一例を図-3、図-4に示す。黒色は健全な路

Key Words: 長寿命化修繕計画, 道路ネットワーク, 維持管理
〒920-1192 石川県金沢市角間町

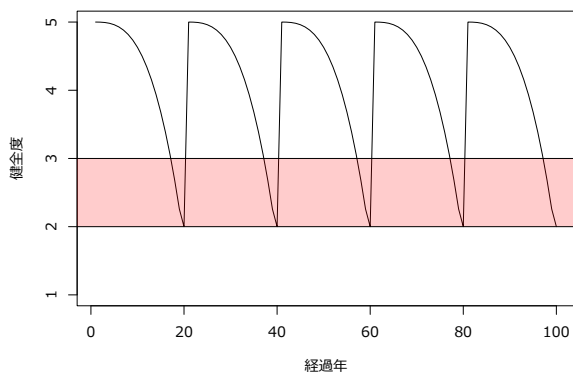


図-2 補修戦略

線 (健全度 ≥ 3), 赤色は切断されるリスクを有する路線 (健全度 < 3) を表している. 35, 39 年目は南北間をつなぐ路線がすべて切断されるリスクを有する箇所があることが確認できる. 当該年度までにリスクを有するいずれかの路線にある橋梁について計画的に補修を行い, 大規模災害時にも最低でも 1 路線は通行可能となるよう補修計画を立てて管理を行っていく必要があるといえる. なお, GIS を用いることで指定した路線上の橋梁を容易に抽出することができる. 今回は緊急輸送道路を対象に解析を行ったが, 緊急輸送路の補修優先順位を高くするだけでなく, ネットワークが切断されないように, 一路線は確保したうえで代替路線等の路線上の橋梁の補修をおこなうような補修優先順位とする必要があるといえる.

石川県は中心部から南部にかけては人口も比較的多くネットワークが密になっており, すべてのネットワークが切断され, 孤立地域が発生するケースは確認されなかった. 一方, 北部の人口が比較的小さく, ネットワーク網が疎になっており一路線長も大きい傾向がある. そのため路線の切断リスクが大きく, 図のような結果となったと考えられる.

4. おわりに

仮定した維持管理計画において, 経年に伴う劣化とともにネットワークの切断リスクがどのように変化するかの解析を行い, その結果を可視化した. 本手法により得られた結果は橋梁の補修優先順位に影響を与える一指標であり, ネットワーク接続性の観点から補修すべき橋梁を抽出できること示した. また, 図-3, 4 のように視覚的に表示できることで, 切断リスクの高い路線を把握することができるだけでなく, 修繕や維持管理に対する情報発信, 説明に有効に活用できると考

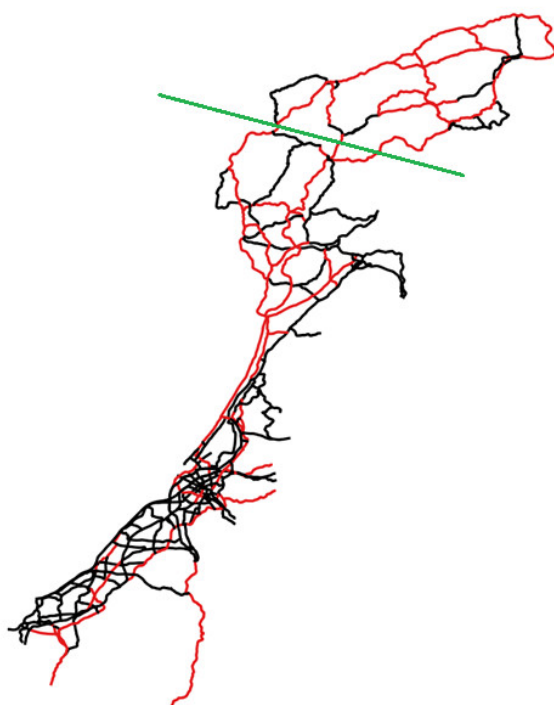


図-3 35 年目の道路ネットワーク



図-4 39 年目の道路ネットワーク

えられる. なお, 本研究で示した内容は一部条件を変更しているため, 石川県の将来の予測結果とは異なります.

参考文献

- 1) 小澤一雅: インフラ資産のアセットマネジメントの現状と将来展望, コンクリート工学, Vol.51, No.1, 2013.
- 2) 千葉県県土整備部道路環境課: 千葉県橋梁長寿命化修繕計画, 2010.
- 3) 石川県: 橋梁長寿命化修繕計画 (H 2 1), 2009.