

環境条件が橋梁の健全度に与える影響因子の分析 —北陸地域の橋梁を対象にして—

金沢大学 理工学域 環境デザイン学類 学生会員 ○南 貴大
金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 正会員 藤生 慎
金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 フェロー 高山 純一
金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 正会員 中山 晶一郎

1. 背景・目的

石川県が管理する橋梁は、約 43%が高度成長期に架設され、橋梁の高齢化が進んでいる。橋梁の寿命は一般的に 50 年と言われており、図 1 に示すように供用年数 50 年を超える高齢橋は現在（2015 年）では全体の約 24%であるが、20 年後には全体の約 69%占めることになる。そこで県は計画的かつ予防保全的維持管理に転換し、橋梁長寿命化によるライフサイクルコストの縮減及び維持・更新費の平準化を図り、道路網交通網の安全・安心の確保に努めている¹⁾。そのため橋梁定期点検を各橋梁 5 年に 1 度の頻度で行っており、橋梁を部材ごとに健全度を評価している。

そこで本研究では石川県の橋梁定期点検データを用いて統計的に劣化予測を行う。石川県は、日本海に面する路線における風浪等による飛来塩分、山間部を中心に冬季交通を確保するための凍結防止剤散布、コンクリート中の反応性シリカ鉱物を含む骨材によるアルカリ骨材反応、交通量が多い都市部における通行車両の重量や衝撃による疲労など橋梁にとって劣悪な環境である。このような環境条件が橋梁に与える影響因子を明らかにする。

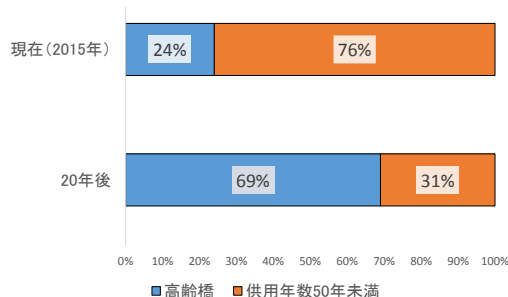


図-1 高齢橋の割合

2. 既往研究

これまでに橋梁定期点検データを用いた研究は数多く行われている。

貝戸ら²⁾は NY 市がここ 9 年間に実施した 829 橋梁に対する目視点検結果を用いて劣化速度に着目したマルコフ過程に基づく劣化予測を提案している。

南ら³⁾は主成分分析を用いて地震リスクを考慮した橋梁の補修優先度の決定法を提案している。

しかし橋梁の健全度に影響を与える環境要因を分析した研究は少ない。

3. 使用データ

石川県が管理する橋梁 2314 橋のうち過去の橋梁定期点検データがないもの、橋梁の緯度経度・所在地が記されていないものを除く 1800 橋を対象にした。

3-1. 橋梁定期点検データ

橋梁の点検データには表 1 に示すように橋梁の諸元と点検結果が記されている。諸元としては、架設年次、径間数、橋長、幅員、最大支間長、日交通量、大型車日交通量、所在地、緯度経度などが記されている。点検結果は 1998 年から 2013 年の間に点検が 2 回行われたものを対象にしているので各橋梁 2 回分記されている。点検項目としては主桁、床版、下部工、支承、伸縮装置、橋面工を対象にしており、表 2 に示すように 5 段階で健全度が評価されている。

表-1 橋梁定期点検データの 1 例

橋梁番号	架設年次	橋長	幅員・ASR	緊急輸送道路	主桁健全度	床版健全度	下部工健全度	支承健全度	伸縮装置健全度	優先度指標
23049	1964	34.5	1	指定なし	5	3	3	5	4	70.5
23050	2001	19	0	指定なし	5	4	5	5	4	84
23051	1983	7.2	0	指定なし	5	5	4	5	5	89.5
23052	1963	3.2	0	指定なし	5	5	4	5	5	90.5
23053	1962	5.7	0	指定なし	5	5	4	5	5	90.5
23055	1964	5.6	0	指定なし	5	4	4	5	5	86
23056	1962	2.5	0	指定なし	5	3	3	5	5	73
23057	1962	4.5	0	指定なし	5	4	3	5	5	76.5
83801	1964	14.5	0	指定なし	5	5	3	5	5	78
23109	1991	20	0	指定なし	4	4	4	5	4	75
23059	1991	30	0	指定なし	5	4	4	5	4	84.5
23032	1973	3.8	0	第2次緊急輸送道路	5	3	3	5	5	73
23031	1974	148.4	0	第2次緊急輸送道路	4	4	4	5	4	73
23029	1975	89.9	0	第2次緊急輸送道路	3	5	3	3	3	57
23026	1977	10.5	0	第2次緊急輸送道路	3	4	3	5	5	57.5
23027	1975	37.8	0	第2次緊急輸送道路	4	4	3	3	3	64
23028	1973	27.5	1	第2次緊急輸送道路	5	2	4	5	5	77
21009	1997	52	0	第2次緊急輸送道路	4	4	3	5	4	64.5
22029	1964	6.8	0	指定なし	5	5	4	5	5	87.5
21101	1996	96.8	0	指定なし	4	5	4	5	3	77
21010	2003	19	0	第2次緊急輸送道路	5	5	4	5	5	90.5
21099	1996	38	0	指定なし	5	5	5	5	3	86
21097	1963	5	0	指定なし	5	3	3	5	3	71
22030	1973	36	0	指定なし	4	3	4	3	5	70

表-2 健全度の評価基準

健全度	損傷状況
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

3-2. 環境要因データ

橋梁の位置情報より GIS 上に表示することで、各橋梁が置かれている環境条件を明らかにした。本研究では国土数値情報のデータ⁴⁾を使用した。橋梁の劣化に影響を与える環境要因としては海岸線からの距離、年降水量、年最低気温、標高を考慮した。

4. 分析方法

数量化Ⅰ類を用いて橋梁劣化速度と環境要因との相関の分析を行った。ここで橋梁劣化速度は式(1)に示すように、1 回目点検結果と 2 回目点検結果の健全度の差を取り、点検スパンで除したものとする。今回は劣化速度が負または 0 のものは劣化していない・補修補強を行ったとみなし、分析から除いた。

目的変数を橋梁の劣化速度、説明変数を環境要因（標高、2 月の最低気温、年降水量、海岸線からの距離、日交通量、大型車交通量）と橋梁諸元（橋長、供用年数、設計示方書、橋格、上部工材料、管理する土木事務所、緊急輸送道路）とし数量化Ⅰ類を行った。

$$v(\text{劣化速度}) = \frac{s'(1 \text{ 回目の健全度}) - s(2 \text{ 回目の健全度})}{t(1 \text{ 回目の点検年次}) - t(2 \text{ 回目の点検年次})} \quad (1)$$

5. 分析結果

今回は主桁の劣化速度と環境要因の相関について分析を行った。0.57 の重相関係数が得られた。図 2 のカテゴリースコアを見ると日交通量が多いほど主桁の劣化速度が速くなることがわかる。このことから交通荷重によって主桁が損傷している可能性があることがわかる。また海岸線からの距離によっての影響は 10 km 以上または 100m 未満の位置にある橋梁は劣化速度が遅くなることがわかる。これは飛来塩分濃度が 10 km 以上では薄くなり、また海岸線から 100m 以内であると塩害対策をしていることが予想される。

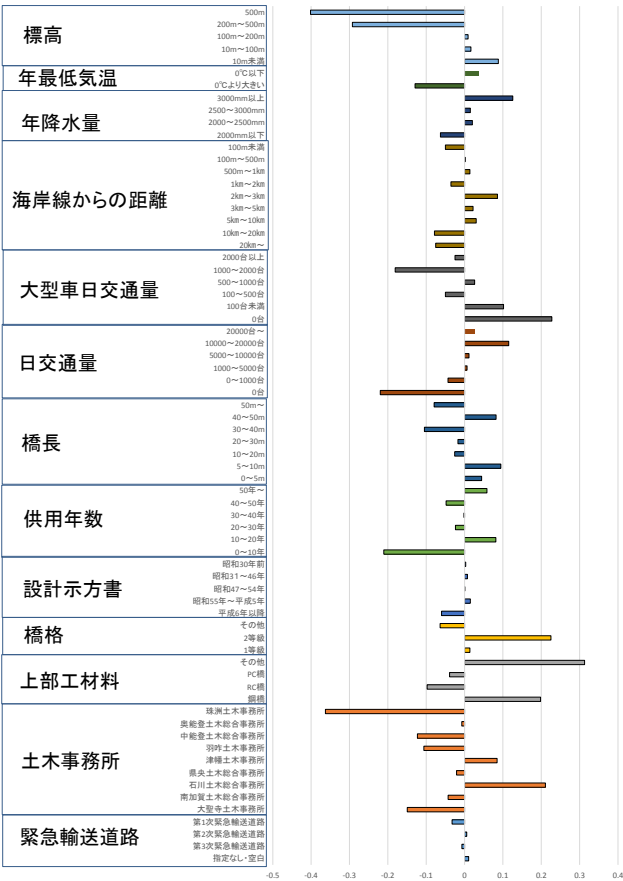


図-2 カテゴリースコア

6. まとめと今後の課題

本研究では、2 期分の橋梁定期点検結果を用いて劣化速度の算出を行い、数量化Ⅰ類を用いて劣化速度に与える環境要因を明らかにした。

今後は主桁だけではなく、他の部材についても分析を行う予定である。また環境条件・評価基準の違う北陸三県橋梁定期点検データを用いて、劣化速度の比較を行う。

参考文献

1) 石川県の橋梁長寿命化修繕計画
http://www.pref.ishikawa.lg.jp/michi/documents/h26kyo_uryou.pdf
2) 貝戸清之、阿部允、本間仁、藤野陽三：実測データに基づく構造物の劣化予測、土木学会論文集、No.744, pp29-38, 2003
3) 南貴大、藤生慎、中山晶一郎、高山 純一：地震リスクを考慮した補修優先度決定法の提案、第35回地震工学研究発表会講演論文集
4) 国土数値情報ダウンロードサービス
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>