

全国道路施設点検データベースを用いた中部地方の道路橋の劣化傾向の把握

維持管理工学研究室 深見柚月

1. はじめに

日本の土木構造物は高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化が懸念されている。2030年には橋梁の55%、2040年には75%が建設後50年以上経過し、補修が必要となるものも増加することが予想される。しかし、少子高齢化により土木技術者が不足しており、地方自治体の土木技師も減少している。2014年の道路法改正により、5年に1回の定期点検が義務付けられてから10年以上が経過した。今後は、過去の定期点検データを活用し、戦略的かつ効果的な維持管理が必要である。

本研究では、国土交通省が整備した全国道路施設点検データベース¹⁾を活用する。中部地方整備局管轄の5県(愛知、岐阜、三重、静岡、長野)の橋梁について、点検間隔の異なる2回分のデータを用いて劣化速度を定量的に評価し、構造条件、環境条件、地理データなどの劣化因子との相関関係を分析する。これにより、劣化に影響を与える因子を特定し、早期対策に貢献することを目指す。

2. 研究概要

2.1 データの取得方法

データベースの取得フローを図1に示す。

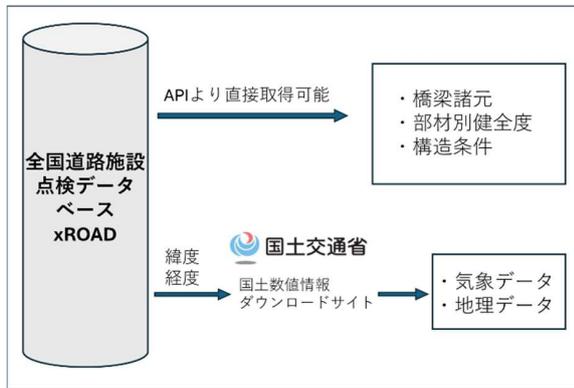


図1 データベースの取得フロー

まず、APIを活用して道路施設点検データベースから中部地方整備局が管轄する愛知県、岐阜県、三重県、静岡県、長野県の橋名や緯度経度情報などの諸元や構造条件、部材別(主桁、床版、横桁)の健全度評価を取得した。さらに、取得した緯度経度情報を用いて国土数値情報ダウンロードサイト²⁾から気象データと地理データを取得した。

2.2 分析に用いた要素

・架設後経過年数、構造条件

構造条件については幅員、橋長を取得した。

・気象データ

年降水量、年最高気温、年最低気温、年平均気温、年最深積雪、年合計日照時間、年平均全天日射量のデータを取得した。

・地理データ

海岸線からの距離、平均標高、最高標高、最低標高、最大傾斜角度、最小傾斜角度、平均傾斜角度を取得した。

2.3 分析方法

本研究では、齋藤³⁾が行ったBHIを用いた分析を参考にして、点検年度や点検間隔を固定せずに橋梁の劣化分析を行う方法を使用した。

2.3.1 橋梁健全度指数 BHI とは

橋梁健全度指数(BHI)は、橋梁の資産価値や損傷の重大さを定量的に評価する手法である。齋藤の研究を参考に、劣化速度をBHIとして定義した。

2.4 劣化速度を用いた健全度推移の定量化

本研究では、2014~2023年における橋梁の1巡目と2巡目の点検結果を用いて劣化速度[式(1)]を算出し、これを用いてBHI[式(2)]を計算した。

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \quad \dots(1)$$

$$BHI = \left(1 - \frac{v}{3}\right) \times 100 \quad \dots(2)$$

v: 劣化速度

s₁: 1巡目の健全度 s₂: 2巡目の健全度

t₁: 1巡目の点検年 t₂: 2巡目点検年

今回は分析の簡易化のために健全度I~IVをアラビア数字の1~4に置き換えている。

例として、橋長と横桁のBHIとの相関の算出方法を表1に示す。式(2)を用いて各橋梁のBHIを算出した後、劣化要因の値を昇順に並べ替える。個数が同数になるように5等分し、BHIと劣化要素について各区分の平均値を求めて単回帰分析を行った。

表1 橋長の各区分におけるBHI

番号	個数	橋長_Ave	BHI_Ave	
1	535	535	31.19682243	99.53167186
536	1070	535	100.9011215	99.78920042
1071	1605	535	182.8560748	99.78193146
1606	2140	535	309.5196262	99.75389408
2141	2676	536	691.7373134	99.78233831

また、今回分析を行うに際して、分析の精度を上げるため1巡目の健全度がIの橋梁を対象とした。さらに、点検間に健全度が回復している橋梁については分析対象から外すことによって、少なくとも2014~2023年間に補修された橋梁を除外することができ、分析の精度を向上させることができた。

3. 結果と考察

主桁、床版、横桁の回帰分析の結果を表2~表4に示す。相関評価の列については○:強い相関(0.7以上) △:やや相関(0.4以上0.7未満) ×:相関なし(0.4未満)として評価を行った。

表2 主桁の回帰分析結果

要因(x)	橋梁数	近似式	相関係数 (絶対値)	相関の 正負	相関評価	1→5の 変化率
橋長	1047	$y = 99.2697 + -0.0020x$	0.91	負	○	-0.56
架設後経過年数	1047	$y = 100.1273 + -0.0261x$	0.97	負	○	-1.34
最大傾斜角度	1047	$y = 99.1783 + -0.0171x$	0.93	負	○	-0.60
最小傾斜角度	1047	$y = 99.2030 + -0.1579x$	0.91	負	○	-0.53
年最高気温	1047	$y = 95.2001 + 0.1909x$	0.86	正	○	0.85
年合計日照時間	1047	$y = 95.0683 + 0.0019x$	0.83	正	○	0.87
平均傾斜角度	1047	$y = 99.1851 + -0.0351x$	0.79	負	○	-0.35
年平均気温	1047	$y = 96.9986 + 0.1362x$	0.78	正	○	0.80
最高標高	1047	$y = 99.1612 + -0.0009x$	0.71	負	○	-0.26
年最深積雪	1047	$y = 99.2064 + -0.0001x$	0.66	負	△	-0.68
年最低気温	1047	$y = 97.7524 + 0.1209x$	0.66	正	△	0.96
平均標高	1047	$y = 99.1594 + -0.0010x$	0.64	負	△	-0.10
幅員	1047	$y = 99.1927 + -0.0180x$	0.62	負	△	-0.20
最低標高	1047	$y = 99.1635 + -0.0011x$	0.59	負	△	-0.04
年降水量	1047	$y = 99.4482 + -0.0002x$	0.58	負	△	-0.33
年平均全天日射量	1047	$y = 95.1508 + 0.2802x$	0.52	正	△	0.50
海岸線からの距離	1047	$y = 99.1426 + -0.0051x$	0.41	負	△	0.04

表3 床版の回帰分析結果

要因(x)	橋梁数	近似式	相関係数 (絶対値)	相関の 正負	相関評価	1→5の 変化率 [%]
橋長	1098	$y = 99.1152 + -0.0049x$	0.99	負	○	-1.48
年平均全天日射量	1098	$y = 108.8659 + -0.7447x$	0.94	負	○	-0.72
架設後経過年数	1098	$y = 99.5875 + -0.0252x$	0.64	負	△	-1.63
年降水量	1098	$y = 98.0476 + 0.0003x$	0.64	正	△	0.23
年合計日照時間	1098	$y = 100.9032 + -0.0011x$	0.55	負	△	-0.22
年最深積雪	1098	$y = 98.4628 + 0.0000x$	0.48	正	△	-0.08
幅員	1098	$y = 98.8783 + -0.0380x$	0.45	負	△	-0.40
最大傾斜角度	1098	$y = 99.4919 + 0.0063x$	0.45	正	△	0.16
最小傾斜角度	1098	$y = 98.8051 + -0.0508x$	0.44	負	△	-0.29
海岸線からの距離	1098	$y = 98.8543 + -0.0049x$	0.43	負	△	0.10
平均傾斜角度	1098	$y = 98.5867 + -0.0084x$	0.28	負	×	-0.15
最高標高	1098	$y = 98.5825 + -0.0002x$	0.16	負	×	0.09
最低標高	1098	$y = 98.5690 + -0.0002x$	0.10	負	×	0.37
平均標高	1098	$y = 98.5679 + -0.0002x$	0.10	負	×	0.28
年平均最低気温	1098	$y = 98.3337 + 0.0205x$	0.10	正	×	0.29
年平均最高気温	1098	$y = 98.2839 + 0.0132x$	0.05	正	×	0.24
年平均気温	1098	$y = 98.5303 + 0.0013x$	0.00	正	×	0.16

表4 横桁の回帰分析結果

要因(x)	橋梁数	近似式	相関係数 (絶対値)	相関の 正負	相関評価	1→5の 変化率
最低標高	921	$y = 99.4537 + -0.0001x$	0.89	負	○	-0.05
架設後経過年数	921	$y = 100.3258 + -0.0212x$	0.86	負	○	-1.09
橋長	921	$y = 99.5532 + -0.0009x$	0.76	負	○	-0.30
年最深積雪	921	$y = 99.5686 + -0.0000x$	0.67	負	△	-0.81
幅員	921	$y = 99.8057 + -0.0418x$	0.67	負	△	-0.59
年平均気温	921	$y = 98.6603 + 0.0522x$	0.43	正	△	0.43
平均標高	921	$y = 99.4573 + -0.0002x$	0.39	負	×	-0.01
年合計日照時間	921	$y = 98.4201 + 0.0005x$	0.32	正	×	0.37
年平均最高気温	921	$y = 98.7377 + 0.0348x$	0.25	正	×	0.39
平均傾斜角度	921	$y = 99.4524 + -0.0037x$	0.25	負	×	0.06
最小傾斜角度	921	$y = 99.4152 + 0.0182x$	0.22	正	×	0.28
年平均最低気温	921	$y = 99.1344 + 0.0287x$	0.22	正	×	0.35
海岸線からの距離	921	$y = 99.4669 + -0.0014x$	0.16	負	×	0.05
年平均全天日射量	921	$y = 100.7556 + -0.0952x$	0.15	負	×	0.07
年降水量	921	$y = 99.3528 + 0.0000x$	0.15	正	×	-0.12
最大傾斜角度	921	$y = 99.4306 + 0.0005x$	0.11	正	×	0.95
最高標高	921	$y = 99.4362 + -0.0000x$	0.01	負	×	0.07

全体を通してBHIの変化率が小さかった。そのため、相関評価が○であるものでも区分1→5のBHI変化率や近似式にほぼ傾きがない直線に関しては、BHI相関と劣

化要素に相関関係が見られないと判断した。以下に要素別の評価を記載する。

- ・架設後経過年数…架設後の経過年数が長いほど劣化しやすい。主桁、横桁、床版の順で相関が強い。
- ・橋長と幅員…橋長に関しては強く相関が出た。どちらも劣化速度と負の相関が確認された。
- ・気温…主桁と横桁は相関があるが、床版は相関がない。
- ・降水量…全体として強い相関は見られない。
- ・積雪量…床版は積雪量が多いほど劣化しにくい。
- ・日照時間と日射量…主桁は日照時間が長いほど劣化しにくい。床版は逆に劣化しやすい。
- ・海岸線からの距離…海岸線から1km以内は劣化が進行している。
- ・標高と傾斜角度…標高について主桁は標高と相関があるが、他の部材では相関が見られない。傾斜角度に関しては、床版、主桁についてはやや相関があるとされたが、理由は不明。

4. 分析全体に対する考察

今回分析で得られた知見を以下に示す。

① 架設後経過年数と構造条件の影響が大きい

部材の種類にかかわらず架設後年数が大きく影響していることが分かった。また、すべての部材において橋長は相関あり、幅員についてもやや相関ありとされたことから、構造条件が劣化速度に大きな影響を及ぼしている。

② 部材によって大きな影響を及ぼす環境条件が違う

主桁については日照時間、傾斜角度全般、最高気温、平均気温について相関がみられ、床版については日射量が強く相関に表れた。横桁については強く相関がみられる環境条件がなかった。

以上の結果から、部材や分析要素によってはBHIと劣化要素には相関関係があることが分かった。しかし、全体を通してBHIの変化が小さいため、それぞれの要素における劣化速度の違いが明確でない。今後は、対象地域の拡大や式の見直し、交通情報の追加、気象庁のデータを用いて最新の気象データとの比較が必要不可欠だと考える。

参考文献

1) 全国道路施設点検データベース

<https://road-structures-db.mlit.go.jp/>

2) 国土数値情報ダウンロードサイト

<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

3) 齋藤準平."全国の道路橋の健全度に影響を与える地理・気象条件・交通状況の要因分析." 土木学会構造工学論文集 Vol.70A, 2024年3月.