

道路橋の耐久性評価手法に関する研究

名古屋大学 ○学生員 小林且典
名古屋大学 正会員 山田健太郎

1. はじめに

橋長15m以上の道路橋は、平成元年に全国で11万6千橋に達する。今後は適切な維持管理や耐久性評価手法の開発・運用が必要になる。本研究では、いくつかの道路橋の変状点検結果とそれを用いた健全度評価手法に、橋梁の補修履歴を組み合わせ、既設橋梁の健全度(性能)が低下するようすを示すことを試みた。

2. 補修履歴にもとづく既設橋梁の健全度評価の一例

2.1 性能低下曲線の考え方

構造物のもつ初期性能が経年と共に低下するようすを概念的に図1に示す^{1)・2)}。すなわち、構造物は劣化し、場合によっては損傷を呈する。これが何らかの対策が必要となるレベルになると補修され、再び性能が回復する。一方、補修・補強されないと、使用性や安全性を失うレベルに達する場合もあり得る。ある橋梁群でこうした性能低下のようすが求められ、健全性の度合いを相対比較できると考え、このようすを試算した。まず、一斉橋梁点検の結果をポイント化し、現在の性能値として求めた。また、これとは別に、過去の補修履歴をポイント化して過去の性能低下を概算した。更に過去の性能履歴から、点検年次に達すると思われる予測性能値を求めることも試みた。

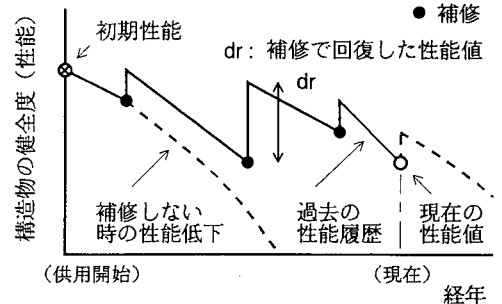


図1 構造物の健全度低下

2.2 橋梁変状の点検結果にもとづく現在の性能値

構造物の余寿命を次のように考える。

(余寿命) = (耐用年数(一般に60年などと言われる)) - (経年)

これに、経年による劣化や損傷の影響を反映させるため、低減係数を乗じる。すなわち、橋梁に発生した変状を評価しポイント化したものに、部位の重要度から決められたウェイトを乗じて変状評価値 U とする。更に、この U を U の最大値で除した比の値として低減係数 u を求め、寿命に乘じる。

(期待される余寿命) = (耐用年数 - 経年) × (低減係数)

$= (T - t)(1 - U/U_{max}) = (T - t)(1 - du) = (T - t)u$ (du は性能が低下した割合)

こうして現在の性能値は初期性能値を1.0として次式となる。

(現在の性能値) = (初期性能値) × (低減係数) = $1.0u$

(性能低下の割合) = (初期性能値) - (現在の性能値) = du

このように定義すると、現在の性能値は橋梁の変状点検結果から計算できる。以下にその流れを示す。

1) 変状判定基準(ランク)、変状評価点(ポイント)を設定する(表1)

2) 橋梁の代表的部位に対しウェイトを設定する(表2)

3) 橋梁の変状点検結果から変状の程度を判定し、変状評価点(ポイント)を与える(表3)

4) 変状評価値 U を計算する: $U = \sum W_i U_i$

5) 現在の性能値 u_n を計算する: $u_n = 1.0 - \sum du_i$

表1 変状判定基準と評価点

変状ランク	変状判定基準	評価点
A	認められないか微小	0
B	小規模だが進行の恐れ有	1
C	比較的大きい 近い将来補修が望ましい	3
D	大きい 早期補修が必要	5

表2 変状ウェイト

変状部位	ウェイト
舗装	0.02
伸縮継手	0.02
主桁	0.50
床組	0.20
床版	0.15
支承	0.10
高欄地覆	0.01

表3 現在性能値計算例

部位	舗装	伸縮継手	主桁	床組	床版	支承	高欄地覆
変状判定	B	C	A	A	B	C	A
評価点	1	3	0	0	1	3	0
ウェイト	0.02	0.02	0.50	0.20	0.15	0.10	0.01
変状評価値	$U = \sum W_i U_i = 1 \times 0.02 + 3 \times 0.02 + 1 \times 0.15 + 3 \times 0.10 = 0.53$						
現在性能値	$u_n = 1.0 - U/U_{max} = 1.0 - 0.53/5.0 = 0.89$						

2.3 補修履歴にもとづく性能低下の履歴

ここでは、部位ごとの補修履歴が「性能値の低下と回復」に対応すると仮定した(図1)。

(補修直前に低下していた性能値) = (補修で回復した性能値)

= (補修部位に対するウェイト) × (補修の程度に対する評価点) = dr

ここで補修の程度に対する評価点は、近い将来補修が望ましいと判断された(変状ランクC)と仮定し、3点とした。こうして過去の性能履歴を橋梁の補修履歴にもとづいて計算する。以下にその流れを示す。

1) 補修履歴の収集 2) 補修工の分類 3) 補修評価点(ポイント)を設定 4) 補修の程度に対するウェイトを与える 5) 各補修ごとの性能回復値 dr_i を計算: $dr_i = W_i R_i$ 6) 補修による性能値の変化に関するルールの下で性能低下曲線を作成する 7) 性能履歴をもとに予測性能値 u_1 を求める

3. 現在の性能値、性能低下履歴、予測性能値の計算結果

3.1 現在性能値と経年

ある路線上の鋼橋30橋(鈑桁、ゲルバー桁、箱桁)で、現在の性能値が低下した割合と経年の関係を図2に示す。この路線の断面交通量は約5~10万台/日、大型車混入率は約30~50%、昼夜率は約1.5~1.7である。

ほとんどの橋の性能低下の割合は0.0から0.2の間となり、点検対象の7つの部位の平均的なランクが表1のAランクからBランクの間に相当するといえる。ただし、30橋中の3橋は $du_n \geq 0.5$ と大きな性能低下となったが、これらの橋は点検でC、Dと判定された部位がそれぞれ2、3ヶ所あった。

3.2 性能低下履歴曲線

A橋(2径間連続桁、橋長412.0m、竣工年次昭和43年)の過去の性能履歴の変化を図3に示す。

A橋では5部位の補修履歴(舗装、伸縮継手、増桁、床版、支承、高欄)が報告されている。これらをもとに概算した結果、昭和57年度に性能が0.76まで低下し、また、昭和64年(平成元年)点検時における予測性能値は0.78と試算された。

一方、A橋の同年の点検結果を表4に示すが、現在の性能値が0.90、すなわち性能値の低下割合は0.10であり、図2の30橋の中で標準的な値といえる。

今後、現在の性能値と予測性能値の比較や橋種間(鋼橋、PC橋、RC橋)での比較、また、補修評価点や初期補修以降の補修履歴の取扱いなどを検討する予定である。

参考文献

- 1) 鉄道事例にみる土木構造物の診断: 岡田(清)、亀田、岡田(勝)、松岡、浜田、山海堂、1990。
- 2) 鋼構造物補修・補強・改造の手引: 鉄道総合技術研究所、1990。

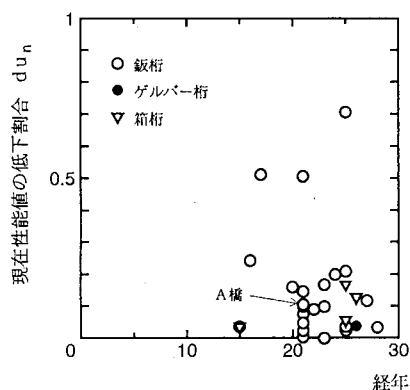


図2 現在性能値と経年

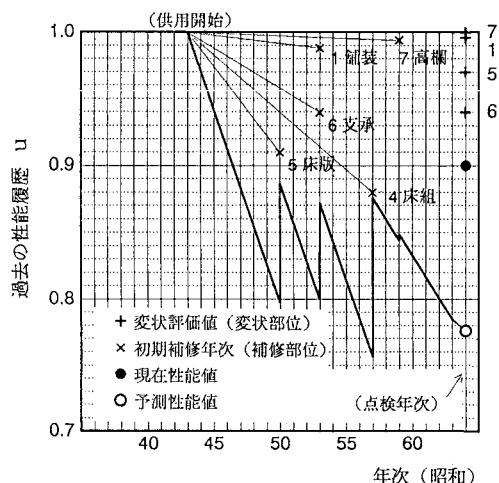


図3 性能低下履歴の例

表4 点検結果の例

No	点検部位	ランク
1	舗装	B
2	伸縮継手	A
3	主桁	A
4	床組	A
5	床版	B
6	支承	C
7	高欄地覆	A