

複数回点検結果を用いた橋梁マネジメントシステムの検討

株式会社日本海コンサルタント 正会員 ○中野 秀平, 非会員 浦田 孔二
 同上 非会員 多田 徳夫, 正会員 喜多 敏春
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学科 正会員 近田 康夫

1. はじめに

全国で行われている橋梁点検は、平成26年度の道路法改正により、現在5年に1回の頻度で近接目視により行なわれている。平成30年度には道路法改正から5年が経過し、全国（国から市町村管理まで）の道路橋は、最低一巡目の定期点検が終了し、今後は複数回目の点検が実施される。

弊社では、橋梁マネジメントシステム「I-BIMS」を開発し、主に市町管理橋梁の橋梁長寿命化修繕計画の策定支援システムとして利用されてきた。本システムは、多くの点検結果を基に回帰曲線を作成し、これを基準となる劣化予測式としてLCC解析に使用している。今後は、近接目視による精度の高い複数回点検の結果が蓄積されることから、これらの点検結果を用いた劣化予測の精度向上について検討を行った。

2. 基準劣化曲線の改良

「I-BIMS」は、部材毎の点検結果より健全度を5段階（5～1, 5:健全）評価し、複数橋梁の経過年と健全度より図-1に示す回帰曲線（曲線: $y=ax^2+5$, 直線: $y=ax+5$ ）を劣化特性より選択し、基準劣化曲線として劣化進行の予測を行なっている。

今回、複数回の点検結果を採用するに当たり、表-1に示す設定選択を可能とした。一般的に5年毎の定期点検では、健全度に変化が無い橋梁が多数を占めると推測される。この場合、設定1は前回点検の影響を受けることから、設定2に対して劣化進行が早まる傾向がある（図-1-①）ため、安全側（劣化進行が早く予算確保が必要）の修繕計画の策定に繋がる。また、点検結果の1/3が前回点検に比べ1段階健全度が低下した場合には設定1と設定2の劣化予測が概ね一致（図-1-②）する。現時点では多くの橋梁が一巡目点検であり、二巡目点検を踏まえた最適な算定方式を選出する必要がある。

また、劣化補修が実施された橋梁は、再劣化の進行が橋梁毎に特異であるため、基準となる劣化曲線の作成データに用いるのは適当ではなく、補修以降の点検結果を

除外することで基準劣化曲線の精度向上を図る。なお、今後多くの補修後健全度データが集積された段階で、再劣化基準曲線の作成検討が望まれる。

表-1 基準劣化曲線 算定方式の設定

種別	内 容
設定1	複数回の点検結果をすべて採用
設定2	最新点検結果のみを採用

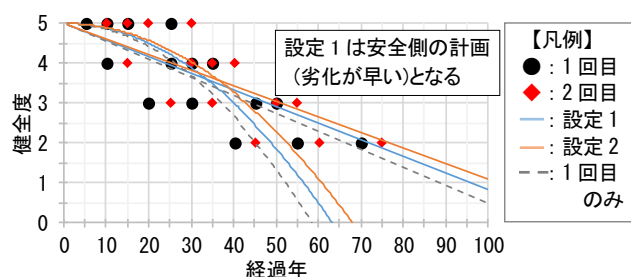


図-1-① 全ての橋梁で健全度に変化がない場合

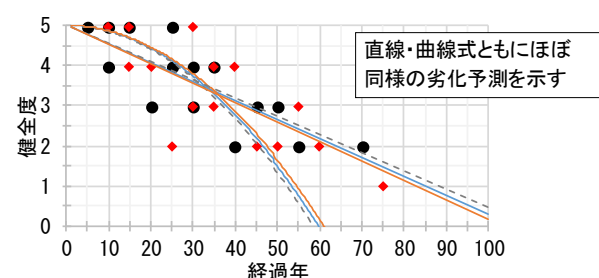


図-1-② 全橋の1/3で健全度が1段階低下した場合

3. 個別劣化曲線の作成

今後、複数回の点検結果が蓄積されることから、個別橋梁を対象とした劣化曲線の作成を検討する。

(1) 基本方針

橋梁点検時に判定される健全度評価は、劣化予測では点検結果が健全度3の場合、3を中心に $2.5 \leq \text{健全度} < 3.5$ の間で正規分布していると考え、これを踏まえ、個別劣化曲線作成の基本方針として、以下の2点を挙げる。

- ① 個別橋梁の各点検時評価と合致することが望ましく、 ± 0.5 のばらつきの範囲内を曲線が通過する。
- ② 安全側の修繕計画の策定に繋がるよう。上記の①範囲内で劣化進行が早い計画が望ましい。

(2) 劣化曲線種別の検討

個別劣化曲線として、3ケースの算定方式を考案（表-2、

キーワード：橋梁、アセットマネジメント、BMS、長寿命化修繕計画、劣化曲線、ライフサイクルコスト

連絡先：〒921-8042 石川県金沢市泉本町2丁目126番地（株）日本海コンサルタント TEL 076-243-8258 FAX 076-243-9087

いずれも5から劣化開始)し、各ケースについて経過年および健全度推移(表-3)各2パターンに対する劣化曲線を図-2に示す。各設定の特徴は、以下の通りである。

設定1は、経過年が短い場合には点検時健全性評価を大きく下回るなど、急激な劣化進行を示す傾向にある。

設定2は、他設定と比べ全パターンにおいて劣化進行が遅い傾向にあり、危険側の計画策定に繋がる。

設定3では、全パターンにおいて(1)に示す基本方針を概ね反映した劣化曲線となる。

想定される全ての経過年および健全度推移パターンに対する整合率と平均差の算出結果を図-3に示す。曲線式では、設定3は整合率87%(設定1:78%, 設定2:68%)と高く、平均差についても0.10(設定1:0.18, 設定2:0.16)と概ね点検年健全度と一致している。また、直線式でも同様の傾向が確認された。

ただし、設定3は健全度が著しく低下する場合(2段階以上)は劣化進行が遅くなる傾向にあり、標準的な経年劣化に対しては設定3、急激な劣化の場合は設定2の採用を推奨する。

4. 補修後の劣化曲線に関して

劣化補修が実施された橋梁の再劣化は、初回補修までの劣化進行とは性質が異なるため、別途補修後の基準劣化曲線を設定し、補修による健全性の回復程度を併せて、評価する必要がある。

(1) 鋼部材の塗装塗替え

鋼部材の塗装は、最近までA塗装系による建設時および塗替え塗装が一般的であったが、現在は重防食であるC塗装系(一般地域:40年耐用)が主流である。このため、腐食実績と経過年より設定した劣化曲線を用いず、C塗装系の特性を踏まえた劣化予測を行なう。また、適切な時期に塗装塗替えを行なうことで、健全度5まで回復すると評価できる。

劣化予測式: $y = -1/20 \times \text{経過年} + 5$

※ 40年で健全度5⇒3に低下を想定

(2) コンクリート部材の再劣化

コンクリート部材は劣化原因が多種にわたり、特に塩害、ASR等による劣化は補修後も劣化因子が内在するため、再劣化が起きやすい状態にある。このため、補修により健全度が5まで回復するとは限らない。

今回のシステム改良では、劣化曲線を橋梁部材毎に基準、個別又は任意設定から選定することに加え、健全度の回復上限を設定可能とした。最終的には、技術者判断

に委ねられるが、LCC解析の精度向上に繋がると考える。

表-2 個別劣化曲線 算定方式の設定

種別	内 容
設定1	平均健全度/平均年を通る(基準劣化曲線と同じ)
設定2	最新点検結果のみを通る
設定3	各点検結果の健全度から-0.5の点を通る中で、最も勾配の緩い曲線を採用

表-3 個別劣化曲線の検討パターン

種別	内 容
経過年パターン	パターン① 10年⇒15年⇒20年
	パターン② 30年⇒35年⇒40年
健全度推移パターン	パターン① 3⇒3⇒2
	パターン② 3⇒2⇒2

※算定式 曲線: $y = ax^2 + 5$

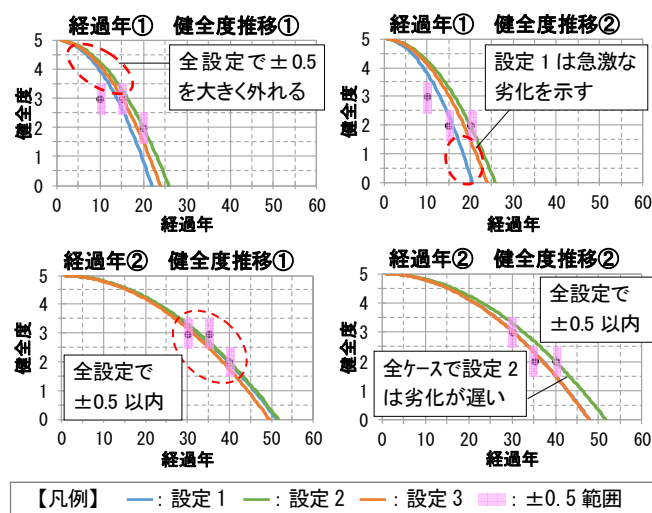


図-2 設定パターン毎の劣化曲線

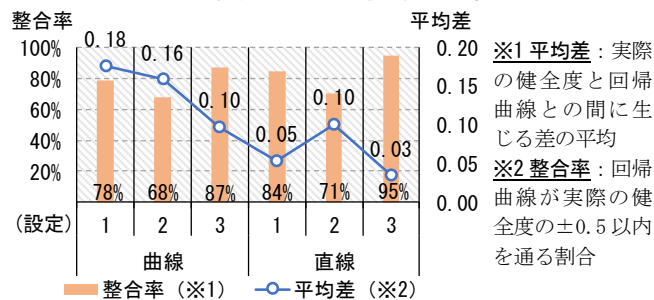


図-3 設定ケース毎の整合率および平均差

5. おわりに

「I-BIMS」は WEB 上で利用する利便性の高いシステムであり、地域特性を反映した劣化予測やLCC解析、予算平準化などによって、多くの市町に対して橋梁マネジメントの支援を行ってきた。今後は、大量に集積される点検データの有効利用や補修工法等のデータ蓄積を進め、支援システムとしての精度向上を目指す。

参考文献

- 1) 町口敦志, 浦田孔二, 多田徳夫, 浅永将, 近田康夫: BMSの運用実績に基づく市町向け橋梁データベースシステムの開発事例, 土木学会第71回年次講演会, VI-044, 2016.9
- 2) 国土交通省 新技術情報提供システム (NETIS): 橋梁マネジメントシステム I-BIMS (登録番号: HR-130003), 登録年月: 2013.4