

橋の動特性変化と健全性評価についての提案

舞鶴工業高等専門学校 正会員 玉田和也

長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

1. はじめに

橋を管理している全国の道路管理者は、橋の長寿命化修繕計画を策定し、橋梁の維持管理を事後保全から予防保全に大きく舵を切っているところである。市町村が長寿命化修繕計画を策定する上で種々の問題点が浮かび上がっている。その一つとして予算規模が小さいにもかかわらず管理する橋梁数が多いために5年に一度実施する調査点検費用が維持修繕のための予算を圧迫している事がある。

これに対して、橋の損傷度合いや経過年数に応じた点検内容の見直しを含めた定期点検の独自ルールを策定するなどの努力がなされている。一方、本研究では、市町村が管理している橋梁の大部分が単純桁であることに着目し、橋の動特性をモニタリングすることで橋の健全性を診断し、客観的評価の確立と点検費用の削減に寄与することを目的とした実験的研究を実施してきた¹⁾。

ここでは、橋の損傷による動特性の変化と維持管理上の健全性評価を対応させる試みについて検討した結果を報告する。

2. 橋の健全性評価

橋の長寿命化修繕計画の策定では、目視点検の結果から各部材の健全度を5段階で定義し、各部材ごとの損傷機構ごとに劣化曲線を用いて将来の損傷予測を行っている²⁾。さらに部材の劣化要因と健全度によって補修工法を選定し、修繕費用を積算、今後50年間のそれぞれの年に必要な補修予算の算出を行っている。

健全な状態を健全度 A とし、本来持つべき機能が失われている状態を健全度 E とする。鋼橋の腐食とコンクリート部材の塩害に関する健全度の定義例を表1に示す。これと同様に固有振動数の変化と健全度を対応させることが必要となる。

3. 固有振動数の変化と健全度の設定

(1) 固有振動数と断面諸量



写真1 対象橋梁の全景

表1 健全度の定義例

健全度		鋼橋:上部工鋼材の防食機能の劣化
A	5~4	錆がほとんどなく、健全な状態
B	4~3	局部的に塗膜の劣化が見受けられる状態
C	3~2	広範囲に塗膜の劣化が見受けられる状態
D	2~1	局部的に板厚が減少している状態
E	1~0	広範囲に板厚が減少している状態

健全度		コンクリート橋:主桁の塩害
A	5~4	鋼材の腐食がなく、健全な状態
B	4~3	鋼材の腐食が開始しているが、表面上にひび割れが見受けられない状態
C	3~2	腐食ひび割れが発生している状態
D	2~1	腐食量の増加により耐荷力低下が顕著な状態
E	1~0	

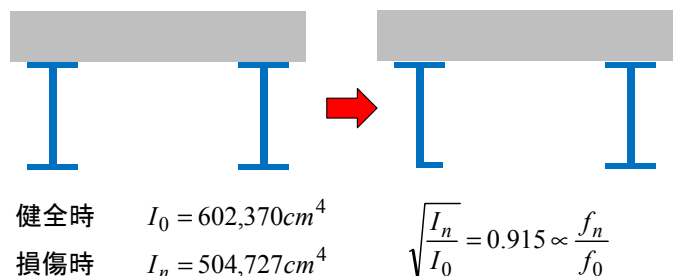


図1 断面欠損状況

本研究で実施した実橋実験では、図1に示すとおり鋼2主桁の片側の下フランジ断面を欠損させた。これは鋼材の腐食による断面欠損を想定したものである。実験の最終段階では片側の下フランジ全長にわたって下フランジの断面積の約50%を欠損させた。この時、

キーワード 健全性, 長寿命化, 振動, 動特性, 固有振動数, 診断

連絡先 〒625-8511 京都府舞鶴市字白屋 234 番地 舞鶴工業高等専門学校 玉田和也 e-mail:tamada@maizuru-ct.ac.jp

計測した固有振動数の低下は8.2%であった。これに対し、床版と鋼2主桁の合成断面に対して損傷付与の前後の状態の断面2次モーメントを手計算で求め、固有振動数の低下率を求めたところ8.5%であった。これより、実測の固有振動数と断面2次モーメントの相関性が高いことが確認できた。

次に、断面2次モーメントと設計荷重に対する設計上の安全率の関係は設計計算により求めることができるので、求めた設計上の安全率と橋の健全性を対応させることを考える。今回は下フランジの断面欠損を対象としているため、下フランジ断面の残存率もパラメータとして取り上げる。

(2) 固有振動数による健全度の定義

長寿命化修繕計画では、健全度 B もしくは C で補修

表2 固有振動数による健全度の定義

健全度	鋼橋:固有振動数による評価
A	5~4
B	4~3
C	3~2
D	2~1
E	1~0

表3 健全度の設定

健全度	安全率 γ	下フランジ 残存率	断面2次モーメント 減少率 I_v/I_o	固有振動数 減少率 f/f_o
5	1.7	1.000	1.000	1.000
4	1.6	0.941	0.983	0.991
3	1.5	0.859	0.958	0.979
2	1.4	0.776	0.932	0.966
1	1.2	0.624	0.883	0.940
0	1.0	0.471	0.831	0.911

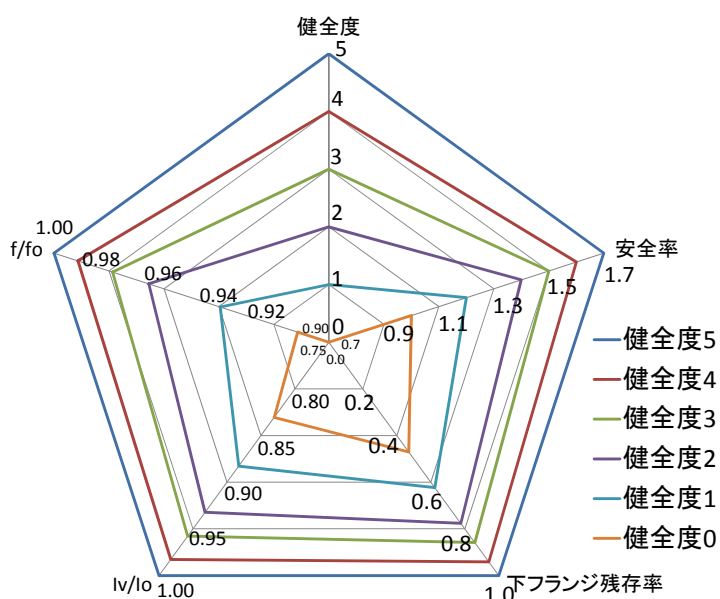


図2 固有振動数と健全度の相関図

工事を実施するため、固有振動数による健全度評価の定義を表2のように策定した。具体的には表3に示すように、各損傷段階に対して設計荷重に対する安全率を対応させた。その関係を図示したものが図2である。

・健全度5：設計荷重に対する安全率が1.7以上あり安全性に全く問題が無い状態。既設橋の場合、活荷重の改訂に対する道路管理者の対応方針によって設計荷重の考え方が変わる。

・健全度4：実際に作用する活荷重が設計活荷重の約80%であれば、安全率1.7を確保できる状態。

・健全度3：実際に作用する活荷重が設計活荷重の約50%であれば、安全率1.7を確保できる状態。

・健全度2：設計死荷重のみに対する安全率が1.9となる状態。活荷重の載荷については十分な検討が必要となる。

・健全度1：設計死荷重のみに対する安全率が1.7となる状態。

・健全度0：設計死荷重のみに対する安全率が1.4となり、施工時の緩和規定を適用すると容認されるが迅速な対策が必要。

4. まとめ

本研究では、橋の損傷と動特性変化の相関把握、および長寿命化修繕計画で必要とされる健全度との対応について試案を策定した。ただし、次の検討課題も浮かび上がってきた。①補修の必要性を検知するためには、固有振動数の経年変化を2~3%の精度で計測することが必要となる（健全度C）。

②動特性のモニタリング手法の確立。

③対象を単純桁に限定するものの、多くの橋梁バリエーションでの妥当性の検証が必要である。

[謝辞]

本研究は、平成23年度「高専—長岡技科大連携教育研究の推進」による研究助成により実施しました。関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 安田,玉田,宮下,長井,岩崎: 健全性診断に向けた実橋梁の損傷と動特性変化の相関把握, 土木学会第66回年次学術講演会, I-321, 2011.9.
- 2) 玉越,大久保,七澤,川間: 平成19年度道路構造物に関する基礎データ集, 国土技術政策総合研究所資料, 第488号, 2008.12.