

実橋梁を用いた既存の判定法と構造性能判定法の試行的比較

北海道大学 学生会員 ○高沢 優人
 北海道大学 正会員 佐藤 靖彦
 和光技研株式会社 正会員 長谷川 直久
 株式会社ライテック 正会員 北島 幹士

1. はじめに

現在、維持管理における橋梁への診断は材料損傷に基づいた専門的知見と経験を要する方法に基づいている。一方で、昨年開発された構造性能に基づく判定法²⁾(以下、構造性能判定法)は、コンクリート構造物の性能ごとの診断が可能である。この手法を用いることで診断における対策区分の判定、健全性の判断を簡易的、合理的、効率的、効果的に実施することができる。

本研究では実橋梁を用いて、構造性能判定法による診断結果と既存の診断法による診断結果の比較検討を行った。

2. 既存の診断法

2.1 既存の点検診断法

既存の点検診断法は国土交通省が作成した橋梁定期点検要領¹⁾に従った手法が主流である。この要領に則った点検・診断は損傷程度の評価、対策区分の判定、健全性の診断の3項目によって構成されている。

(1) 損傷程度の評価

損傷程度の評価は、一般的に部位・部材ごと、種類ごとに定性的な判断基準で損傷程度の現状を正確かつ客観的に評価したものである必要がある。なぜならば、損傷を把握することは橋梁状態を示す最も基礎的なデータを得ることであり、維持・補修等の計画検討に不可欠だからである。

(2) 対策区分の判定

損傷を把握するのと同様に橋梁部位・部材単位で、損傷の種類ごとに対策区分は9つに判定される。しかし、対策区分の判定は損傷原因や将来予測、橋全体耐荷性能等へ与える影響を考慮していないため、技術的な判断が含まれることになる。

(3) 健全性の診断

損傷の把握と対策区分判定に基づき橋梁維持・補修等の計画のために4段階の健全性の診断をすることになる。診断は部材単位で行われるものと橋梁ごとに行われるものの2つに分けられる。部材単位で行われる場合、着目する部材とその損傷が道路橋の機能に及ぼす影響の観点から行っている。一方で、橋梁ごとに診断が行われる場合は、道路橋単位の総合的な評価となる。

3. 構造性能判定法

3.1 材料損傷と性能のグレーディング

構造性能判定法は外観損傷から3段階のグレーディング評価により、構造性能に基づいた判定をすることができる手法である。構造性能のレベルは、各部材ごとに与える構造性能ポイント(ISP)により表される。

3.2 標準化ISP

標準化ISPは構造性能判定法で与えられた構造性能ポイントを補うものである。構造性能ポイント単体では橋梁の各部位・部材の構造性能に着目したポイントを算出できるが、これは、部材数により違っていたりしたため、比較検討を行うための指標として用いることはできなかった。

それに対し、各項目でのポイントの最大値でそれぞれの項目の値を割ることで最大値を1とし、相対的に比較できる指標であるのが標準化ISPである。

$$(NISP) = \sum^n f_i(m, s) / 3n \quad (1)$$

(NISP): 標準化ISP

n: 構造性能ポイントの項目数

$f_i(m, s)$: 各項目における構造性能ポイント

標準化ISPを用いれば、対策区分の判定と健全性の診断を客観的な数値を用いて判断することができる。

キーワード 構造性能判定法, 健全度, 診断, グレーディング

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目北海道大学工学部維持管理システム工学研究室

4. 診断結果の比較検証

4.1 比較対象

調査を行った橋梁の概要を表-1に示す。

既存の診断法による診断は20年以上橋梁に携わってきた2人の技術者が行い、構造性能判定法による診断は、橋梁に対する知識が浅い学生が行った。この技術者たちの診断結果と構造性能判定法に基づいた診断結果の比較を行い、どのような関連性が現れるかの検証を行った。

表-1 各橋梁の特徴

| | | |
|------|-----|--------------------|
| 橋梁 A | 上部工 | 鋼橋 I 桁 3 径間 2 主桁 |
| | 下部工 | 逆 T 式橋台、壁式橋脚 |
| 橋梁 B | 上部工 | 連続非合成鈹桁 2 径間 18 主桁 |
| | 下部工 | 逆 T 式橋台、壁式橋脚 |
| 橋梁 C | 上部工 | PCT 桁 2 径間 11 主桁 |
| | 下部工 | 逆 T 式橋台、壁式橋脚 |

4.2 既往の診断法による結果の比較

表-2 に診断結果の一例を示すが、各部材における対策区分の判定、健全性の判断という部分で1段階のずれが見られた。

この結果から、現行基準では技術者の判断に幅を持たせており、橋梁ごとに技術者の考えが反映されることになる。つまり橋梁の点検の経験と知識が必要になるということであり、統一された判定がされるわけではないということがわかる。

表-2 各技術者における診断の一例

| | 技術者A | | | 技術者B | | |
|----------|-------------|---------|--------|---------------|---------|--------|
| | 対策工 | 対策区分の判定 | 健全性の診断 | 対策工 | 対策区分の判定 | 健全性の診断 |
| 主桁 | 塗装塗替工(Rc-I) | C2 | III | 塗装塗替工RC-1 | C1 | II |
| 副部材 | 塗装塗替工(Rc-I) | C2 | III | 〃 | C1 | II |
| 床版コンクリート | 橋面防水工 | B | I | 床版防水工 | C1 | II |
| | ひび割れ注入 | B | I | ひび割れ注入 | C1 | II |
| | 断面修復工 | C1 | II | 断面修復工(防錆処理込み) | C2 | III |

表-3 構造性能判定法による閾値

| | | |
|-----|--------|-------------------------|
| I | 健全 | $0.33 \leq F < 0.35$ |
| II | 予防保全段階 | $0.35 \leq F < 0.45$ |
| III | 早期保全段階 | $0.45 \leq F < 0.55$ |
| IV | 緊急措置段階 | $0.55 \leq F \leq 1.00$ |

4.3 構造性能判定法による診断結果

右上図のように橋梁の各部位における劣化具合を客観的に見ることができる。橋梁 C においては上部工 S1、S2、高欄・防護柵の対策工が必要になる。なお、表-3 に本論文で提案する標準化 ISP の閾値を示す。

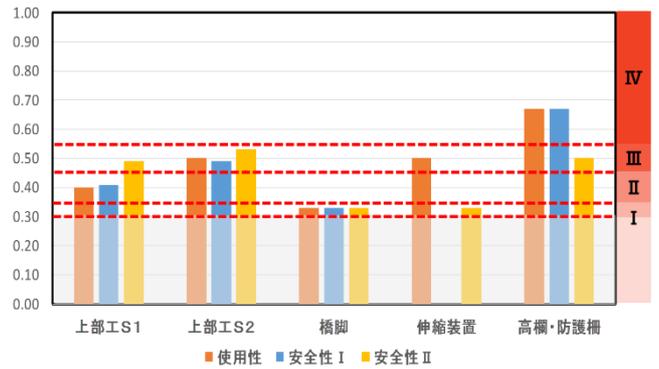


図-1 橋梁 C における標準化 ISP 値

4.4 既往の診断法と構造性能判定法の結果の比較

既往の診断法と構造性能判定法の結果の比較を行うとき、もっとも簡易的に分別されている橋梁定期点検要領に従った健全性の診断を基準に行うことにした。この結果を表-4に示す。この表から構造性能判定法による診断結果はおおむね合致しているといえる。

表-4 上部工における各判断者の健全性の診断結果

| 橋梁 | 技術者 A | 技術者 B | 学生 A |
|------|-------|-------|------|
| 橋梁 A | III | III | IV |
| 橋梁 B | III | II | III |
| 橋梁 C | III | III | III |

5. まとめ

構造性能判定法の診断の結果と技術者の診断の結果の比較を行ったことで、構造性能判定法が技術者の判定結果に相当するものであると判断できる。つまり、構造性能判定法の妥当性が確認された。

また、構造性能判定法を用いることで客観性のある数値として判定できることから、統一性を保ち、健全度や性能の経年変化を把握することができる。

今後、精度を高めるために、診断した橋梁の母数を増やしていく必要があると考える。

構造性能判定法を利用した診断が戦略的に行われていくだろうと考えている。

(参考文献)

- 1) 国土交通省「橋梁定期点検要領」、2014
- 2) コンクリート工学：簡易な点検に基づく既設橋梁の構造性能判定法の提案－材料の維持管理から構造物の維持管理への転換へ向けて－、佐藤靖彦、渡辺忠朋、橋本一、北島幹夫、2015.2