

性能設計型の橋梁補修順位決定について

北武コンサルタント 正員 ○杉本博之
北武コンサルタント 正員 渡邊忠朋

1. まえがき

国土交通省の新しい道路橋定期点検要領¹⁾(以下、「要領」とする)「5. 健全性の診断」では、(2)道路橋毎の健全性の診断が求められ、点検の質の向上と「道路橋毎の健全性の診断」というプロセスが新しく導入された。この中で、「5. 健全性の診断」において、“道路橋毎に総合的に判断することが必要であるが、一般には、構造物の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目して、最も厳しい健全性の診断結果で代表されることができる”とされている。また、2016年制定の土木構造物共通方書²⁾では、維持管理において性能照査の概念が導入され、要求性能を定め、設計供用期間にわたり要求性能を満足することが求められている。

上記の道路橋毎の健全性の診断の過程は、一つの教育機関で卒業する学生の総合的な能力の診断にあい似ている部分が多い。学生の成績評価においても、複数の要求性能の達成が求められます。例えば、自然科学系、数物系、コミュニケーション能力、工学基礎の能力、工学専門の能力等々が、橋梁診断における個々の橋梁の要求性能に対応します。例えば自然科学系であれば、関連科目系として、数学、物理等々の理科系科目があげられる。自然科学系の性能評価において、点検項目に対応するのは、数学Ⅰ、数学Ⅱ、力学、電磁気学等々が関連付けられ、これらが必要卒業単位、要求性能の達成度として評価されます。科目の最低の成績は勿論保証されるが、その上で、数値化された各要求性能が何らかの数的処理により総合的な評価として表されます。

上記の内容は、橋梁評価と学生の成績評価との共通点は多いと説明されました。しかし、最終的な評価は異なってきます。学生の場合は、順位を出す必要があります。ただこれは、履修した科目全体の平均値を根拠に順序付けすることができます。一方橋梁の場合は、緊急性のある要補修橋梁のピックアップを含む部材の補修順位、また橋梁毎に要求性能の達成度に基づく総合的な健全性を評価し、管理橋梁群の中・長期的な補修計画を公開する必要があると思われれます。

本論文では、文献1)を参考にして、部材の健全性と橋梁の健全性の関係について検討し、文献2)を参考にして、要求性能の構成を提案し、その上で、部材の健全性からこの橋梁における要求性能の達成度を導く手法を提案します。

2. 部材の健全性を利用する要求性能の評価

本研究では、要求性能として、表にある「安全性」、「使用性」の他に「美観・景観」及び「耐久性」を検討しましたが、右のページの表には、最初の2項目「安全性」、「使用性」のみを示しています。

「要求性能」の下に、関連する「項目」、その項目の評価のための「指標」の順に上から示しています。さらにその下に、直接対応する部材、さらに橋梁の材質を示しています。「S」は鋼橋、「C」はコンクリート橋でし。21の点検項目がありますが、○印が該当橋梁で考慮する点検項目であり、“緑”の網掛けが鋼橋、“橙”の網掛けがコンクリート橋、“紫”は鋼橋、コンクリート橋に共通する点検項目です。

「腐食」、「亀裂」等の各点検項目の評価は、それぞれの最悪値を書き込むこととなります。耐荷性の評価は、主桁・副部材の評価と床版の評価の2つの値に集約されます。要求性能「安全性」の評価は、各項目の最悪値あるいは平均値を取ることが考えられます。早急な補修工事を決めるためには最悪値を用い、総合的な健全性の評価には平均値を用いるなどが考えられますが、今後、実橋での数値計算より、方針が決められるものと考えられます。

キーワード：橋梁点検、性能設計、要求性能、学生の成績評価

連絡先：〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通7丁目・(電話) 011-851-3012・(FAX) 011-851-4329

表 橋梁の要求性能と部材点検との関係

要求性能	安全性 (構造物が、設計上想定する作用に対し、使用者や周辺の人の生命を脅かさないことを確保する性能。)											使用性 (構造物が、設計上想定する作用に対して、使用者や周辺の人が快適な環境を確保する、もしくは構造物に要求される機能を確保する性能。第三者影響度も含む。)								
	耐荷性			安定性				耐疲労性				走行性	コンクリート片の落下		騒音		振動			
	断面力応力度			転倒モーメント傾斜、洗掘				断面力応力度				変位 変形 振動数	ひび割れ等		騒音レベル		振動レベル			
対応する部材	主桁・副部材	主桁・副部材	床板	橋脚	橋台	基礎	支承	主桁・副部材	主桁・副部材	床板	伸縮装置	橋面工	主桁・副部材	床板	伸縮装置	橋面工	主桁・副部材	主桁・副部材	伸縮装置	橋面工
材料(鋼/コンクリート)	S	C	C	C	C	C	S	S	C	C	S		C	C	S		S	C	S	
1	腐食	○	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
2	亀裂	○	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
3	ゆるみ・脱落	○	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
4	破断	○	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
5	防食機能の劣化	○	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
6	ひび割れ	—	○	○	○	○	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	—	○	—	—
7	うき・剥離・鉄筋露出	—	○	○	○	○	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	—	○	—	—
8	漏水・遊離石灰	—	○	○	○	○	—	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	○	—	—
9	床板ひび割れ	—	—	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
10	遊間の異常	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○	—
11	路面の凹凸	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○
12	舗装の異常	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○
13	支承部の機能障害	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○	—
14	補修・補強材の損傷	—	○	○	○	○	—	—	—	○	○	○	—	○	○	○	—	—	○	○
15	定着部の異常	—	○	○	—	—	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	—	○	—	—
16	変色・劣化	—	○	○	○	○	—	○	—	○	○	—	—	○	○	—	—	○	—	—
17	漏水、滞水	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	○	○
18	変形・欠損	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	○	—	○	—	○	—
19	土砂詰まり	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○
20	沈下・移動・傾斜	—	—	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	洗掘	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

もし、右の表の点検項目が適切でなければ、各道路管理者の判断により修正されるでしょうが、それらが多少改正されても全体の計算の流れは簡単であり、速やかに要求性能群の値は求められると考えます。

3. まとめ

近接目視に代表される、点検技術の向上、また維持管理の分野に性能設計の導入などを背景とし、部材健全度の評価より、あらかじめ設定された個々の橋梁の要求性能を評価する手法を提案しました。

本論文の説明では、結局、複数の要求性能をともに最大化（あるいは最小化）する問題として整理されるので、多目的計画法が有効と思われる、いくつかの数理的な手法、例えばデータ包絡法 (DEA: Data Envelopment Analysis)⁴⁾ の利用等も考えられます。

文献 1) 土木学会 構造工学委員会： 2016年制定 土木構造物共通示方書，丸善（株），2016.
 2) 国省道路局：道路橋点検要領，国土交通省道路局，2014.
 3) 国土交通省道路局 国道・防災課：橋梁定期点検要領，道路橋点検要領，2014.
 4) 荒川雅生：データ包絡法(DEA)を用いた多目的最適解の検証，システム制御情報学会誌，50(11)，424-429，2006. 11. 15.