

I-A 405 橋梁健全度ランクの定量化と維持管理の提案

北見工業大学 フェロー 大島 俊之
 北海道開発局 中舘 眞
 ㈱ナオック 正員 水元 尚也
 中神土木設計 正員 本間 美樹治
 東設土木C. 正員 安田 基治

1. はじめに

本研究では橋梁健全度を定量的に評価する方法を開発して、対象とする地域内（管内）の橋梁健全度のランキング表を作成するとともに、当該する橋梁の健全度をあるレベル以上に保持するための手法を提案する。対象とする橋梁は北海道開発局管内の国道に架設されている橋梁のうち、昭和40年以前に建設され、定期点検データが完備している362橋である。このような橋梁の健全度を定量的に評価している例としてはニューヨーク市の維持点検要領に見られるのみである^{1)・2)}。

2. 数量化理論Ⅱ類による橋梁健全度の解析

橋梁の維持管理のための点検評価はこれまで建設省土木研究所の「橋梁点検要領（案）」に基づいて主として「目視検査(Visual Inspection)」によって行われてきた。目視による方法では熟練技術者が慎重に点検を行えば、疲労亀裂の発見などかなりの程度、信頼性のある評価が可能である。しかし、あくまでも人間が判断する手法であることから人によるバラツキ、判定の曖昧さや誤差、など当然予測される問題点を有する。したがって橋梁の個々の部位に対する判定を実測に基づくなどしてできるだけ定量的、客観的に判断できる手法が望ましい³⁾。

さて橋梁健全度の判定基準は通常表1の5段階に分類して評価している。橋梁の健全度を定量的かつ総合的に評価するためには各項目の健全度の判定結果 S_i に「重み(Weight)」 W_i を乗じて、重み付き平均を求める手法が必要である。すなわち、各項目間の相対的重要度が「重み」として客観的に与えられれば、橋梁健全度の総合評価 S_T は次式で与えられる。

$$S_T = \frac{\sum W_i S_i}{\sum W_i} \quad (1)$$

著書らの研究では橋梁各部に対する多岐に渡る点検項目を再編して表2にその例を示すように、全体で17項目にまとめ、この17アイテムに対して数量化理論Ⅱ類の適用を行っている¹⁾。

数量化理論Ⅱ類を用いた解析手法によれば、式(1)の重み W_i を合理的に決定で

きる。この方法においては、橋梁健全度の総合判定（外的基準）として

- A：現状維持（表1の判定区分のOKとⅣに相当）
 B：軽い補修を要する（表1のⅢに相当）
 C：大がかりな補修を要する（表1のⅡに相当）
 D：補修より架換を勧める（表1のⅠに相当）

の4分類を設定し、熟練技術者による判定結果を参考データ（外的基準）として用いる。そしてこの総合判定結果を前述の17の各点検項目に対する判定結果と結びつけるように数量化理論Ⅱ類の計算手順に従って計算を実施すれば、その結果として個々の点検項目に対する重み W_i がアイテムレンジ（範囲）として合理的に

表1 損傷度判定標準

判定区分	一般的状況
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。
O.K	点検の結果から、損傷は認められない。

表2 損傷の種類とその略称（上部工）

鋼 橋		コンクリート橋	
部材区分	損傷の種類	部材区分	損傷の種類
主部材 ・主桁	腐食（主1）	主部材 ・主桁	剥離（主1） ・剥離、鉄筋露出
	亀裂（主2） ・亀裂 ・破断		ひびわれ（主2）
	その他（主3） ・脱落 ・異常音 ・異常振動 ・異常たわみ		その他（主3） ・遊離石灰 ・鋼板接着部の損傷 ・漏水、滞水 ・異常振動 ・異常たわみ ・欠損
2次部材 ・横桁 ・縦桁 ・対傾構 ・横構	腐食（補1）	2次部材 ・横桁 ・縦桁	剥離（補1） ・剥離、鉄筋露出
	亀裂（補2） ・亀裂 ・破断		ひびわれ（補2）
	その他（補3） ・脱落 ・変形		その他（補3） ・遊離石灰 ・鋼板接着部の損傷 ・漏水、滞水 ・欠損
床 版	剥離（床1） ・剥離、鉄筋露出	床 版	剥離（床1） ・剥離、鉄筋露出
	ひびわれ（床2） ・床版ひび割れ		ひびわれ（床2） ・床版ひび割れ
	その他（床3） ・遊離石灰 ・抜け落ち ・鋼板接着部の損傷 ・漏水、滞水		その他（床3） ・遊離石灰 ・抜け落ち ・鋼板接着部の損傷 ・漏水、滞水

決定できる。

3. 橋梁健全度ランクの定量化

以上の解析を行った結果、橋梁の各項目に対する重み W_i が表3のように得られた。表3では17アイテムのうち、該当がなかった主桁の異常振動など5項目を除き12項目となっている。表4には比較のためニューヨーク市の橋梁健全度の重みを示している。表4では表3に比較して、下部構造に重みがシフトしていることが分かる。このような重みは当然地域性や橋梁の重要度などによって変化するものと思われる。最後に以上の検討から橋梁健全度の総合評価式として次式が提案できる。

$$S_T = 0.3S_{Pri} + 0.2S_{Sub} + 0.14S_{Lab} + 0.1(S_{Sec} + S_{Shoe}) + 0.04(S_H + S_C + S_{Pav} + S_{Exp}) \quad (2)$$

ただし右辺の各項はそれぞれ、主部材、下部構造、床版、（2次部材+支承）、（高欄+地覆+舗装+伸縮装置）に対する5段階の健全度の評価値である。

4. まとめ

以上の解析は主として目視点検によるデータを用いて実施したが、今後式(2)の各項目の健全度が載荷試験など実際の試験による診断結果を援用して評価できるように手法を確立できればさらに有効な評価法となるものと思われる。またこれらの健全度ランクは維持補修の優先順位決定に用いることができる。

謝辞

本研究では次の機関および方々にお世話になりました。深く感謝申し上げます。
北海道開発局道路維持課、同建設機械工作所、同網走開発建設部、岩崎貴志（静岡コンサルタント）

参考文献

- 森、大島他：コンピュータ・グラフィクスと数量化理論を応用した橋梁の維持点検評価法，土木学会論文集，No.501 / I-29，1994
- 大島、三上、本間他：重み係数を用いた橋梁健全度のランク付けの研究，土木学会北海道支部論文報告集，第52号(A)，1996
- （財）道路保全技術センター：既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案），平成5年

表3 鋼橋に対する重みの結果

項 目	(%)	
(1)主部材(腐食、亀裂)	26	34
(2)主部材(その他)	8	
(3)2次部材	10	10
(4)床版(剥離、ひびわれ)	6	12
(5)床版(その他)	6	
(6)下部構造(躯体)	9	21
(7)下部構造(基礎)	12	
(8)支承	8	8
(9)高欄	4	4
(10)地覆	4	4
(11)舗装	4	4
(12)伸縮装置	3	3
	100(%)	100(%)

表4 ニューヨーク市の橋梁診断における重み

項 目	ポイント	(%)	
(1)主部材	10	14	17
(2)添 接	4	3	
(3)2次部材	5	7	7
(4)床 版	8	11	11
(5)橋 脚	8	11	
(6)橋 台	8	11	36
(7)背面壁	5	7	
(8)橋 壁	5	7	
(9)橋梁台座	6	8	
(10)支 承	6	8	16
(11)高 欄	1	1	1
(12)舗 装	4	6	6
(13)歩 道	2	3	3
	72	100(%)	100(%)