

中小規模橋梁の維持管理について (点検・診断・優先順位等)

The management of small and medium bridges
by check, diagnosis and priority for repairs

○和田 實 先本 勉 山本 幸雄
(一社) 近畿建設協会

1. はじめに

国土交通省では、道路橋の定期点検方法が「道路橋定期点検要領平成 26 年 6 月」(以下「要領」)にまとめられ、5 年毎に点検を実施するよう位置づけられた。市町村の道路橋の維持管理に関して、一般的に、橋梁の変状点検、健全性(損傷・劣化)の診断、補修・補強方法の検討等の維持管理が主体となっている。それらの点検・診断結果から、対策優先順位手法を判定することになるが、市町村では地域に密着した橋梁の設置条件などを加味した各橋梁の重要度についての評価軸を設定し、検討する必要があった。

本論文では、市町村を対象とした対策の優先順位決定手法を提案するとともに、提案手法を適用した結果とその考察について報告する。

2. 対策優先順位決定手法の提案

2. 1 損傷度に関する考え方と配点

市町村の橋梁点検の手法については、要領を用いて行うことになっており、この要領中の「別紙 3 点検表記録様式、状況写真(損傷状況)」に記述されている部材毎の 4 段階の判定区分、1 橋単位の 4 段階の判定区分の結果を用いることを基本としている。4 段階の判定区分は I、II、III、IV で、それぞれ健全、予防保全段階、早期措置段階、緊急措置段階を示す。

提案手法では、損傷度に関しては、部材毎、道路橋毎の評価を行い、これらを併せて、1 橋単位の評価を行っている。これは、部材毎の判定では部分的な損傷の場合、その部材・箇所を「III」と判断しても、道路橋毎の判定では、橋梁全体のバランスを考え、損傷度を「II」とする場合もあるためである。

1) 部材毎の損傷度

部材に関しては、要領で主部材としている「主桁、横桁、床版、下部構造、支承部」の 5 部材に関しては重要部材とし、その他の「縦桁、排水施設、高欄・地覆・防護柵、付属施設、伸縮装置、落橋防止システム」等の二次部材については、その部材の役割に応じて重みをつけて配点することにした。最終的には、各部材の配点の合計を部材毎の損傷度に関する評価点を A とした。

部材毎の損傷度に関する評価点： $A = \sum a_i$

2) 道路橋毎の損傷度の診断・評価

道路橋毎の損傷度に関する診断の結果、その評価点を B とし、部材単位の損傷度の診断を主軸として考えるが、1 橋毎の損傷度については、主軸よりは重要と考え、配点差を大きくしている。

3) 1 橋単位の損傷度に関する評価手法

橋梁としての損傷度に関する評価は、部材毎の評価 A の点数と道路橋毎の損傷度の評価 B の点数の合計とする。

橋梁の損傷度に関する評価点： $C = A + B$

評価点 C が大きいほど危険性は高いと判定される。

2. 2 橋梁の重要度に関する評価手法

1) 橋梁の重要度に関する項目

市町村においては、地域特性、立地条件、環境条件等を加味した橋梁の重要度を評価する必要があり、以下の 6 項目を橋梁の重要度の評価項目とした。

①迂回路の有無、②橋梁の路下条件(鉄道、国道、市道、公園、河川等)、③橋梁の利用状況(車線数、側道橋、横断歩道橋等)、④橋長、⑤ライフラインの付設数(複数、単数、無)、⑥路線の重要度(緊急輸送路等「大」、幹線道路等「中」、一般道路等「小」)

①の迂回路の有無を除く 5 項目については、6 自治体、2 法人から、重要性についてのアンケート結果を参考に、②③④⑤の項目の配点は 5 点満点、⑥のそれは 10 点満点としその状況に応じて配点とした。①の迂回路の有無については、地方の山間部などで、1 橋がなければ孤立集落が発生することから配点を 20 点満点と大きくした。

2) 橋梁の重要度に関する評価

橋梁の重要度に関する評価は、6 項目毎の各重要度に応じた評価点を加算し D とした。

$D = d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6$

評価点 D が大きいほど損傷が発生した場合、影響度が大きいと判定される。

2. 3 損傷度と重要度に関する評価

損傷度と重要度を総合的に判断した対策優先順位手法として、1 橋単位の損傷度に関する評価点 C と橋の重要度に関する評価点 D を合計した評価点 E で、対策に向けて総合優先度を設定した。

損傷度と重要度の総合的な評価点： $E = C + D$

E が大きいほど対策の優先度が高いということになる。

3. 本手法を適用した事例

3. 1 適用対象市町村

平成28年度に点検及び診断を実施した福井県美浜町の42橋梁を対象に、本手法を適用し、対策に向けた優先順位を設定した。美浜町は、面積152.3km²、人口約10,500人、南北に町を2分する耳川が流れ、東西に走る舞鶴若狭自動車道（自専道）、一般国道27号が主要な道路軸である。平成27年度現在で、130橋（内橋長15m以上14橋）の道路橋を管理している。

3. 2 対策優先順位設定結果

美浜町が管理する道路橋の内、平成28年度に点検・診断した橋梁42橋を第2章で提案した対策の優先順位決定手法を適用した。

1) 損傷度に関する判定結果

各橋梁の部材毎の評価点Aと橋梁全体の評価点B、それらの合計となる評価点Cの判定例を表-1に示す。

表-1 損傷度に関する判定例

橋梁名	橋梁全体/部材評価	主部材判定					二次部材判定										調査5,2,0	橋梁全体判定区分	評価点合計 上段:B 下段:A	損傷度 合計 C=A+B
		主桁	横桁	床版	下部構造	支承部	縦桁	排水施設	高欄・地盤防護柵	舗装	付属施設	伸縮装置	落橋防止	その他	詳細調査	追跡調査				
A橋	橋梁全体	I	I	II	III	I	II	III										III	30	50
	部材評価	0	0	4	10	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-	20	
D橋	橋梁全体	II	II	I	I	II	II		II		II						II	10	31	
	部材評価	4	4	0	0	4	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	-		21
E橋	橋梁全体	-	-	III	I	-			II								III	30	41	
	部材評価	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-	11		

2) 重要度に関する判定結果

路線の重要度を「大」と判断したのは、①耳川に架かる橋、②自専道若狭美浜ICへのアクセスとして緊急輸送路ともなる橋とした。重要度「中」としたのは、町役場を中心に南北への移動を確保した路線にある橋とした。重要度に関する判定例を表-2に示す。

表-2 重要度に関する判定例

橋梁名	条件と配点						重要度 合計 D = Σ d
	①迂回路d1 20or0	②路下条件d2 5~0	③利用条件d3 5~1	④橋長d4 5~1	⑤ライオンd5 5, 3, 0	⑥路線の重要度d6 10, 5, 1	
A橋	有	河川	2車線	31.1	無	大	-
	0	0	5	4	0	10	19
D橋	有	河川	2車線	22.9	無	大	-
	0	0	5	4	0	10	19
E橋	有	河川	1車線	2.8	無	-	-
	0	0	4	1	0	0	5

3) 対策優先順位設定結果

損傷度と重要度を合計した総合評価点の結果（抜粋）を表-3に、評価点を基に順位付けした対策優先順位設定結果（抜粋）を表-4に示す。

42橋を対象とした対策優先順位の設定結果については下記のとおりとなった。なお、表-3のJ橋とa6橋の重要度の合計27点は迂回路がないことにより高くなっている。結果の概要を下記に示す。

- ①橋全体の健全度に関する判定区分「III」のものは全て総合優先順位10位内である。
- ②部材別の判定区分「III」がある5橋の内、判定区分「III」がなく「II」が多いものに逆転される橋がある。
- ③迂回路無しの重要度大の橋梁は総合優先順位が10位以上高くなることもある。
- ④迂回路以外の重要度では、総合優先順位は大きく入れ替わっていない。

表-3 損傷度、重要度及び合計評価点（抜粋）

No	橋梁名	損傷の評価点数			重要度 合計 点 (D)	損傷と 重要度の 合計 点 (C+D)
		部材 評価 (A)	橋梁 全体 (B)	損傷 合計 (C)		
1	A橋	20	30	50	19	69
2	B橋	23	10	33	19	52
3	D橋	21	10	31	19	50
4	a-1	9	10	19	11	30
5	a-2	4	10	14	9	23
6	H橋	10	30	40	8	48
7	J橋	5	10	15	27	42
8	a-5	3	10	13	8	21
9	G橋	17	30	47	7	54
10	a-6	4	10	14	27	41

表-4 対策優先順位設定結果（抜粋）

No	橋梁名	損傷の優先順位			重要度の 優先 順位 D	損傷と 重要度の 総合優先 順位 E	優先順位決定要因
		部材 評価	橋梁 全体	損傷 全体 C			
1	A橋	3	1	1	4	1	★総合的に上位
2	B橋	1	6	6	4	4	★部材評価、重要度が上位
3	D橋	2	6	7	4	5	★部材評価、重要度が上位
4	a-1	10	6	10	8	12	↑橋梁全体評価がIIIではない
5	a-2	27	6	27	16	25	
6	H橋	9	1	5	17	7	橋梁全体評価がIIIである
7	J橋	21	6	21	1	10	重要度が上位
8	a-5	38	6	38	17	30	
9	G橋	6	1	3	25	3	★大損傷が上位 重要度が下位
10	a-6	27	6	27	1	11	重要度が上位

3. 3 考察

表-4から、42橋の損傷度順位C、重要度順位D、総合優先順位Eとし、各軸で同順位を調整したうえでスピアマンの順位相関係数 r_s を算定した。結果、総合優先順位に対して、損傷度順位C(0.8758)が重要度順位D(0.4997)よりも高い。この理由は損傷度の配点が高いことにもよる。CとDの順位相関係数が0.1389と0に近い値は相互に独立の傾向を示しているが、正の値からCD間ではわずかに同じ順位傾向を示している。

従って、本手法では、損傷度の優先順位が高いものが、対策優先順位も高くなる傾向にあり、重要度の優先順位は損傷度の優先順位を補完しているといえる。

4. おわりに（謝辞）

本手法については、（一財）災害科学研究所（東山浩士近畿大学教授、古市亨氏他）と（一社）近畿建設協会との共著による「中小規模橋梁の維持管理ハンドブック」を基に適用したもので、ここに災害科学研究所に謝辞を述べる。今後の市町村等の橋梁点検・診断・優先順位策定に当たり一助になることを期待する。

参考文献及び出典（本文記載以外）

- 1) 山本幸雄他「市町村が管理する既設橋梁の維持管理(その2)」和田實他「同(その3)」H30年度土木学会全国大会論文
- 2) 石村貞夫「統計解析のはなし」東京図書刊