

老朽橋梁補修計画のための補修必要度レベルの検討

北見工業大学大学院 学生員○長谷川 孝治 北見工業大学 フェロー 大島 俊之
 北見工業大学 正会員 三上 修一 (株)ドーコン 正会員 佐藤 誠
 (財)北海道道路管理技術センター 正会員 竹田 俊明 (株)ドーコン 正会員 丹波 郁恵

1. はじめに

供用年数が数十年となる老朽橋梁に対して、適切な維持管理が重要な課題となっている。しかし、老朽化した橋梁は補修・補強を実施せざるを得ない状況である反面、維持補修費には限りがあるという実状に直面している。そこで、長期的な維持管理計画において、橋梁の物理的な面だけではなく、いかに社会性、経済性を考慮した合理的な補修・補強計画を立案することが出来るかが問われている。以上の背景より、これまでに著者らは路線に対する地域の社会的価値や物流輸送効果に橋梁健全度状態を考慮した補修必要度レベル Ln を提案した¹⁾。しかし、補修の必要性の判断には橋梁自体の価値や機能も関係してくると思われる。

本研究では、橋梁に対する重要度の評価を用いて総合的に補修・補強の対象となる橋梁を選定することを目的としている。

2. 補修・補強の優先順位

老朽橋梁において、架け替えや補修・補強の優先順位は明確に規定されているわけではない。そこで、社会的に重要な橋梁をいかに優先的に補修・補強の対象とすることを決定するために“補修必要度レベル Ln ”を提案する。この Ln の数値が高い橋梁から補修・補強の対象とする。

補修必要度レベル Ln

$$Ln = (1 + \alpha)(1 + \beta)(1 + \gamma) \left\{ \frac{Sto - St}{Sto} + a \frac{Fto - Ft}{Fto} \right\} \quad \cdots (1)$$

ここで

α : 路線の重要度係数 β : 走行費用係数

γ : 橋梁の重要度係数 St : 橋梁健全度指数²⁾

Ft : 橋梁機能性指数 a : 補正係数 Sto, Fto : 100

文献¹⁾より路線の重要度係数 α は生活の安全性向上、生活の利便性向上、地域の活性化支援などを考慮した北海道に適応した路線評価資料を基に、評価項目を加点評価方式で算出する。走行費用係数 β は交通量から

路線の価値を算出する。橋梁健全度指数 (BHI) St は橋梁の損傷度と資産価値を考慮したものである。また、橋梁機能性指数 (BPI) について北海道国道橋の算出は行っていないため、本解析では橋梁機能性指数を除いて解析を行った。

本研究ではさらに橋梁の重要度係数 γ を考慮した補修必要度レベルを提案する。

3. 橋梁の重要度係数 γ

橋梁の重要度係数 γ は橋梁自身の価値を指標とするために再調達価格 (建設費) を考慮した。ここで橋梁の再調達価格は現時点で同じ機能の橋梁を建設した場合にかかる各部材の単価を合計したもので、橋梁の規模や部材の種類によって変化する値である。橋梁の重要度係数 γ の計算式を以下に示す。

$$\gamma = \frac{C}{\sum_{i=1}^n C_i / n} \frac{1}{\sqrt[n]{l}} \quad \cdots (2)$$

ここで

C : 再調達価格 n : 橋梁数 l : 橋長 b : 係数

橋梁の重要度係数 γ の大きい橋梁は補修費用が大きくなり、復旧期間も長期である。式 (2) によって、長大橋など建設費が高い橋梁の重要性を考慮でき、早期に補修・補強の計画をすべき橋梁を算出することが出来る。

4. 橋梁機能性指数 (BPI)

橋梁などの構造物は建設後の社会環境の変化により、そのものに期待される機能も変化する。そこで、橋梁機能性指数 (BPI) は現在保有すべきであると要求される性能を評価する。橋梁機能性評価における階層図は、機能性設計基準の要求機能をもとに作成した (図-1)。また、機能的項目の階層化に基づく AHP (階層分析法) によるアンケートの結果より、18 名の重み係数を算出しこの平均値を用いる。

橋梁機能性評価の結果を 100 点満点の指数で表すこととし、重み付けされた各項目について、それぞれを 1

キーワード 維持管理, 補修, 健全度, 資産価値, 機能性, AHP

連絡先 : 〒090-8507 北見市公園町 165 番地 TEL(0157)26-9488 Fax(0157)23-9408

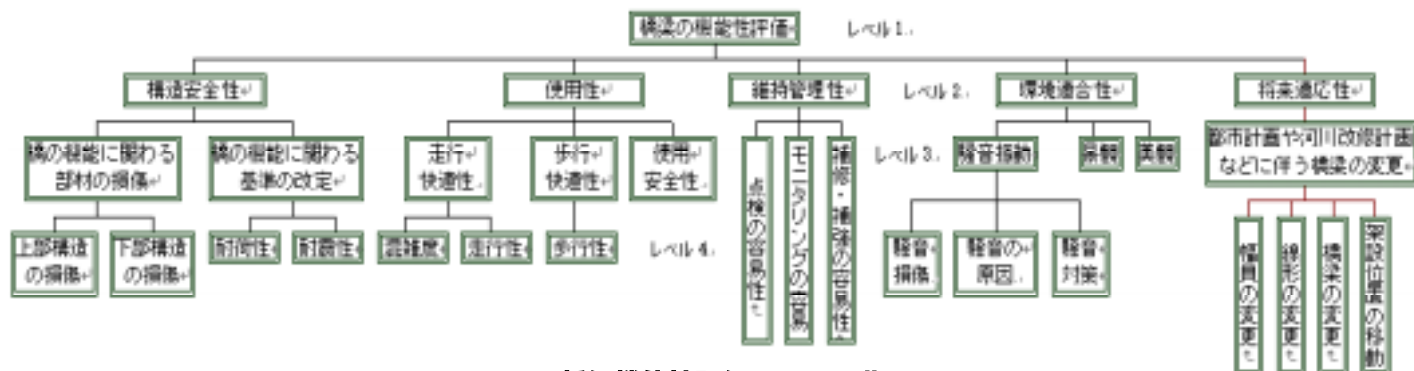


図-1 橋梁機能性評価における階層図

点満点で評価する。次にその点数(I)に各項目の重み係数(W)をかけ、その算出された各項目の点数の合計が、100点満点で評価された機能性評価点数となる。つまり、式(3)より機能性評価点数を求める。

$$\text{機能性評価点数} : BPI = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i) \quad \cdots (3)$$

各項目の1点満点評価点数(I_i)の算出方法は、評価項目ごとに1つ以上の点検項目を設け、その点検項目に従って点検を行うことで、加算方式より各項目を1点満点評価する。これにより、橋梁の機能性を定量的に評価できる。

5. 補修必要度レベル L_n の算出結果

以上より、関連する係数を算出し、補修必要度レベル L_n を算出した後、点検済みの北海道国道の2456橋について、橋梁の重要度係数 γ の式(2)の $b=4, 8$ (γ の重みを考慮)による順位変動と各係数の影響を分析する。補修必要度レベル L_n の算出結果の一例を L_n ($b=8$) の順にしたものを表-1に示す。

表-1 から各係数値が高く、橋梁健全度指数 (BHI) が低い値の橋梁が補修補強の優先順位の上位になっている。そこで、A橋とB橋を比較すると橋梁健全度指数がA橋>B橋にもかかわらず、橋梁の重要度係数 γ がA橋>B橋であるために L_n ($b=8$) 順位ではA橋>B橋になるが、 L_n ($b=4$) の場合においては γ 値が低くなるため、他の係数の影響を受け L_n 順位はA橋<B橋となる。これと同じ傾向はE橋とF橋にも見られる。ま

た、D橋、H橋は γ 値が高いにもかかわらず他の係数の影響によりC橋、G橋よりも L_n 順位は低くなっている。また、I橋とJ橋は橋梁健全度指数 (BHI) が100と健全な状態であるために他の係数にかかわらず L_n は0となり補修の対象とはならない。

6. まとめ

本研究では、橋梁の補修・補強計画の優先順位を決定するために補修必要度レベル L_n を提案したが、橋梁に対する指標として橋梁の重要度係数 γ を用いることで、橋梁の価値を考慮した補修・補強計画の優先順位を算出することができた。今後の課題としては、各係数による影響の分析や橋梁機能性評価の点検項目の検討を行い、北海道国道の橋梁機能性指数を算出することで、より実務的な補修・補強計画の支援を考えていく。

【参考文献】

- 1)大島,三上,佐藤,丹波,前田,長谷川: 既存橋梁に対する補修補強計画に関する研究,第58回年次学術講演開後援概要集,I-451,2003.9
- 2)大島,三上,丹波,佐々木,池田: 橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析,土木学会論文集 No.703/I-59,pp.53-65,2002.4

【謝辞】

本研究は平成15年度文部科学省科学研究費(代表者 大島俊之)の補助を受けて行われました。ここに感謝の意を表します。

表-1 補修必要度レベル L_n 算出表

路線名	橋梁名	点検年度	路線の重要度係数 α	走行費用係数 β	橋梁の重要度係数 γ		橋梁健全度指数 (BHI)	補修必要度レベル L_n		全道順位		橋長 (m)
					b=4	b=8		b=4	b=8	b=4	b=8	
国道a号	A橋	2000	0.820	3.720	3.022	6.920	73.5	9.166	18.047	13	8	755
国道b号	B橋	2001	0.926	4.560	0.312	0.541	31.6	9.607	11.280	12	17	81
国道a号	C橋	2000	0.820	23.460	0.221	0.321	81.1	10.254	11.095	11	19	20
国道c号	D橋	2001	0.520	0.130	2.942	6.912	59.6	2.734	5.487	124	50	928
国道b号	E橋	2000	0.926	2.670	0.561	1.206	94.4	0.613	0.865	1235	1034	453
国道e号	F橋	1997	0.806	0.540	0.006	0.007	69.2	0.861	0.862	927	1039	2
国道f号	G橋	1997	0.910	1.410	0.108	0.128	94.8	0.264	0.269	1821	1869	4
国道g号	H橋	1996	0.360	0.190	1.736	3.690	97.4	0.115	0.197	2085	1985	417
国道b号	I橋	1997	0.926	12.970	0.332	0.504	100.0	0.000	0.000	2283	2283	28
国道h号	J橋	1997	0.522	0.160	0.008	0.009	100.0	0.000	0.000	2283	2283	3