

社会的価値及び橋梁の健全度を考慮した補修必要度レベルの検討

北見工業大学大学院 学生会員 ○高木 善之 北見工業大学 フェロー 大島 俊之
 (財)北海道道路管理技術センター 正会員 竹田 俊明 北見工業大学 正会員 三上 修一
 (株)ドーコン 正会員 佐藤 誠 北見工業大学 正会員 山崎 智之

1. はじめに

近年、我が国では維持管理業務に対する投資は削減される傾向にあり、限られた予算の中で効率よく行わなければならない。そこで、長期的な維持管理計画を行うために、社会的価値や物理的、機能的な健全度を考慮した、システムを立案することが急務となっている。また、補修・補強を行うにあたって、経済状況、架設環境、管理者によって物理的健全度と機能的健全度のどちらをどの程度重視するかによって、補修計画が異なると考えられるため、機能性評価指数にある係数を乗じ、補修必要度レベル Ln を算出することとした。なお、 Ln の算出に用いる橋梁機能性評価指数については、既存の研究¹⁾で提案された手法の問題点を改善し、新たに階層図を組み直し、補修必要度レベル Ln の算出に用いることとした。

2. 補修必要度レベル Ln

補修・補強の必要度を決定するにあたって、路線の重要度 α 、走行費用係数 β 、橋梁の重要度係数 γ 、物理的健全度指数 S_t 、橋梁機能性評価指数 F_t を決定因子とした補修必要度レベル Ln を検討する。補修必要度レベル Ln の算出式を式(1)に示す。

$$Ln = (1 + \alpha)(1 + \beta)(1 + \gamma) \left(\frac{S_{t0} - S_t}{S_{t0}} + a \frac{F_{t0} - F_t}{F_{t0}} \right) \quad (1)$$

α ：路線の重要度 β ：走行費用係数

γ ：橋梁の重要度係数 S_t ：物理的健全度指数

F_t ：橋梁機能性評価指数 $S_{t0}, F_{t0}=100$ a ：係数

(1)式より得られた Ln の数値が高い橋梁から補修・補強の対象とする。ここで、各係数について説明する。路線の重要度係数 α は三重県の道路整備 10 ヶ年整備プログラム²⁾の路線評価価値資料を参考に算出した。走行費用係数 β は交通センサス³⁾、国土交通省・道路 IR サイトの費用便益分析マニュアル⁴⁾を参考に交通量から路線の価値を算出した。橋梁の重要度係数 γ は、橋梁自身の価値を表す橋梁資産係数 γ^* に、橋梁が通行不能となったときのユーザーへの負担を考慮するために迂回路

係数 δ を加算した。ここで、 γ^* は再調達価格(建設費)を平均再調達価格で除した値である。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。また、 δ は損失走行経費を通常の走行経費で除した値である。橋梁健全度指数 S_t は橋梁の損傷による資産価値の劣化を考慮したものである。橋梁機能性評価 F_t は、橋梁が現在の規準をどれだけ満たしているかを評価したものである。また、 S_t, F_t はともに点数が高い方が健全であると評価される。機能性評価指数に乘じている係数 a は、0.25～1.5 の 6 段階で Ln を算出した。

3. 橋梁機能性評価

ここでは、橋梁機能性評価について詳細に説明する。既存の研究¹⁾で提案されていた手法で検討を進めた結果、「橋梁諸元や橋梁点検だけでは評価できない項目があった」、「耐震性の重みが低く評価されていた」、「橋梁の劣化による第三者への影響についての評価が十分ではない」などの問題が生じたため階層図の改訂を行った。新たに設定した階層図を図-1 に示す。

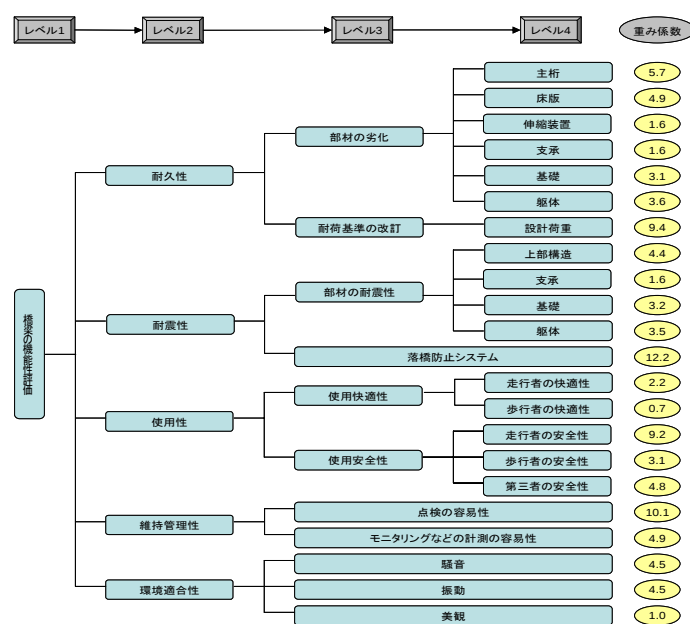


図-1 階層図

キーワード 橋梁の維持管理、補修必要度レベル Ln 、橋梁機能性評価 F_t

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 Tel 0157-26-9488 Fax 0157-23-9408

レベル2階層に「耐久性」「耐震性」「使用性」「維持管理性」「環境適合性」の5項目を設けた．なお、重み係数は、学識経験者9名に対してアンケート調査を行い、AHPによって算出した．図-1の右端に示す．橋梁機能性評価指数の算出方法は、図-1のように、重み付けされた22項目に対して、それぞれの項目に対して橋梁点検データに基づいて1点満点で評価を行う．その結果を用いて式(2)によって機能性評価指数を算出する．

橋梁の機能性評価指数
$$F_t = \sum_{i=1}^{22} (I_i \times W_i) \tag{2}$$

I_i ：各項目の点数(1点満点) W_i ：各項目の重み係数

4. 補修必要度レベル L_n の算出

補修必要度レベルを実橋に適用し事業の必要度を検討する．対象とする橋梁は北海道網走管内の国道橋とし、橋長や架設環境などを考慮し28橋を選定した．ここでは、選定した橋梁のうちA～J橋の10橋で検討を行う．各係数の値と L_n の算出結果を表-1に示す．また、 L_n, S_t, F_t の算出結果を図-2、 L_n の順位を図-3に示す．

表-1、図-2のA橋、K橋に着目すると S_t, F_t の値はさほど差がないが、 L_n の算出結果においては大きな差が表れている．これは、橋梁の重要度係数 γ の影響を大きく受けたと考えられる．K橋は都市間の山間部に架設されているため迂回するのが困難であり、K橋は比

較的短い橋梁ではあるが迂回路係数 δ が大きく算出され、A橋に比べて γ の値が高くなり L_n の算出結果に影響したと考えられる．次にF橋とH橋について着目すると、表-1より $(S_{t0}-S_t)/S_{t0}$ の値はH橋の方が約0.11大きい、 $(F_{t0}-F_t)/F_{t0}$ の値はF橋の方が約0.08大きい．よって2つの係数の差は S_t の方が大きいことがわかる．また、図-2、図-3よりわかるように、 L_n の値は $a=0.25$ の時は若干H橋の方が大きい、 a が大きくなるにしたがってF橋とH橋の順位が入れ替わり、2橋の差が顕著に現れるようになった．このことは、E橋とH橋、E橋とF橋の間にも言える．以上より、係数 a は L_n の順位決定に影響していることがわかる．よって管理者が S_t と F_t のどちらかを重視するかによって係数 a を変え、最適な補修必要度レベルを検討することができる．

5. まとめ

本研究は橋梁機能性評価の改訂を行い、機能性評価指数を算出し、その結果を用いて補修必要度レベル L_n の検討を行った．また、係数 a の L_n への影響について検討した．その結果、係数 a は補修・補強の順位決定に大きく影響していることがわかった．今後は、より最適な補修必要度レベルを算出するため、現在設定している機能性評価の点検項目と重み係数の正当性を検討する必要がある．

表-1 各係数の値と L_n 算出結果

橋梁名	α	β	γ	S_t	$(S_{t0}-S_t)/S_{t0}$	F_t	$(F_{t0}-F_t)/F_{t0}$	L_n					
								$a=0.25$	$a=0.5$	$a=0.75$	$a=1.0$	$a=1.25$	$a=1.5$
A橋	0.926	1.83	1.470	85.465	0.145	69.736	0.303	2.975	3.994	5.013	6.031	7.050	8.068
B橋	0.685	0.95	2.793	99.178	0.008	67.318	0.327	1.121	2.139	3.157	4.175	5.193	6.211
C橋	0.786	0.86	2.809	100.000	0.000	72.538	0.275	0.869	1.737	2.606	3.475	4.344	5.212
D橋	0.513	4.59	2.017	60.258	0.397	66.031	0.340	12.309	14.476	16.643	18.811	20.978	23.145
E橋	0.685	0.86	7.498	97.013	0.030	64.174	0.358	3.181	5.567	7.952	10.337	12.723	15.108
F橋	0.685	0.80	5.854	86.840	0.132	61.628	0.384	4.730	6.724	8.719	10.713	12.707	14.702
G橋	0.685	1.31	3.940	68.450	0.315	61.124	0.389	7.936	9.805	11.674	13.542	15.411	17.280
H橋	0.727	0.77	3.993	76.045	0.240	69.570	0.304	4.817	5.979	7.140	8.301	9.462	10.623
I橋	0.685	0.86	0.769	87.265	0.127	60.994	0.390	1.247	1.787	2.328	2.868	3.409	3.950
J橋	0.727	0.64	14.688	87.779	0.122	67.248	0.328	9.068	12.706	16.344	19.982	23.621	27.259

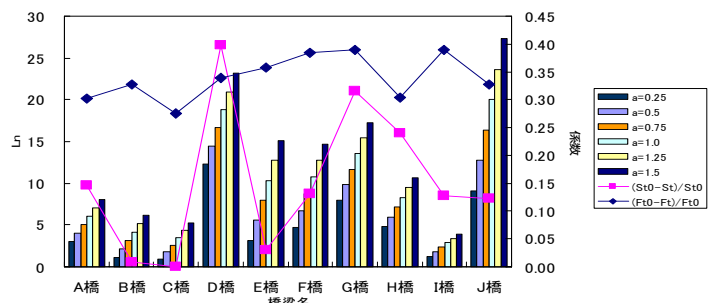


図-2 $L_n, S_t, F_t, \varepsilon/100$ の算出結果

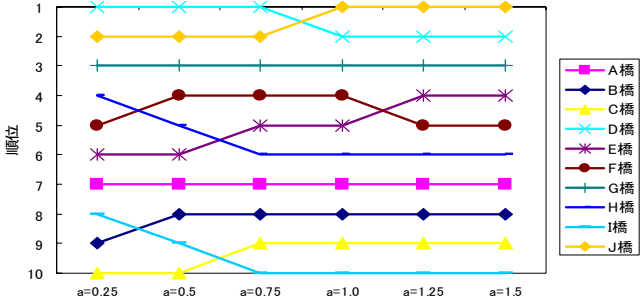


図-3 L_n の順位

【参考文献】

1) 三上修一，大島俊之，山崎智之，長谷川孝治，佐藤誠：橋梁機能性を考慮した健全度評価方法の検討，土木学会第59回年次学術講演会，I-140，pp279-280，2004
2) 三重県：道路整備10ヵ年整備プログラム，土木学会誌，Vol.84，pp.12-15，August.1999
3) 北海道開発局道路計画課 平成11年度 全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）2001.1
4) 国土交通省道路局・道路IRサイトの費用便益分析マニュアル(案)