

橋梁機能性評価を考慮した耐震補強の優先順位の検討

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
(株)ドーコン 正会員 佐藤 誠 北見工業大学 正会員 三上 修一
(財)北海道道路管理技術センター 正会員 竹田 俊明 JR 北海道 正会員 但木 純

1. はじめに

近年、大型地震が頻発し数多くの土木構造物が被害を受けている。橋梁をはじめとする土木構造物が地震による被害を受けることは、被災者の救助や物資の輸送などに影響を及ぼす。このような二次的な被害を最小限に抑えるためには、橋梁の補修・補強は必要不可欠である。そこで、限りある予算の中で、最適な維持管理業務を遂行するために橋梁維持管理システム BMS(Bridge Management System)の開発が必要であると考えられる¹⁾。このような背景から、本研究では橋梁機能性評価を考慮した橋梁の耐震補強における優先順位の決定問題を検討している。ここでは、橋梁の機能性評価、迂回路係数、橋梁の重要度係数を考慮することによって、橋梁の長期的かつ合理的な維持管理計画を立案するために、北海道の国道橋を例に各係数が耐震補強順位決定にどのように影響するか検討を行ったので報告する。

2. 耐震補強の優先順位

2.1 耐震補強必要度レベル En 算出方法

耐震補強の優先順位を決定するにあたって、橋梁機能性評価、橋梁の重要度係数、迂回路係数を決定因子とした耐震補強必要度レベル： En を検討する。 En の算出式を式(1)に示す。

$$\text{耐震補強必要度レベル：} En = (1 + \gamma)(1 + \delta) \left(\frac{F_{t0} - F_t}{F_{t0}} \right) \dots (1)$$

γ ：橋梁の重要度係数 δ ：迂回路係数
 F_t ：橋梁の機能性評価指数 F_{t0} ：100

式(1)より、 En の数値が高い橋梁から耐震補強の対象とする。橋梁の重要度係数 γ は、橋梁自身の資産的価値を指標とするため、現在同じ機能の橋梁を建設した場合に要する再調達価格(建設費)を考慮した。 γ により、長大橋など資産価値が高い橋梁を重視した耐震補強順位の決定が可能になる²⁾。迂回路係数 δ は、地震による被害で橋梁が通行止となり、別の安全なルートへ迂回した場合の損失を走行経費を算出することで考慮した。 δ により、迂回に距離を要する路線と交通量が多く重要性が高い路線を考慮する。

2.2 橋梁の機能性評価

この橋梁に要求される機能を現在どれほど備えているかを示したものが橋梁の機能性評価である²⁾。橋梁に要求される機能を階層構造で表したものが表-1 である。階層図は、レベル2階層に「構造安全性」「使用性」「維持管理性」「環境適合性」「将来適応性」の5項目を設けた。また、表-1の右欄の重み係数は、維持管理者や研究者など18名に対するAHPによるアンケート結果より算出した係数の平均である。評価の手順は、定期点検より得られたデータを基に各項目の評価を1点満点で表し、その点数に重み係数をかけ、算出された各項目の合計が100点満点で評価された数値が機能性評価指数となる。定期点検に含まれない項目については別途点検を実施している。

表-1 橋梁機能性評価の階層図と重み係数

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	重み	
橋梁の機能性評価	構造安定性	橋の機能に関わる部材の損傷	上部構造の損傷	主桁	8.8	
				床版	5.8	
			下部構造の損傷	伸縮装置	4.1	
		橋の機能に関わる基準の改定		躯体	6.4	
				基礎	8.6	
			支承	3.9		
	使用性	走行快適性	走行性	設計荷重	4.4	
				耐震性	5.9	
				耐震設計	5.9	
		歩行快適性	歩行性	混雑度	1.6	
				路面凹凸(走行性)	1.5	
				路面排水・凍結	1	
		維持管理性			振動(走行性)	0.8
					振動(歩行性)	2.1
					使用安全性	12.1
					点検の容易性	4.7
	環境適合性	騒音振動	騒音損傷	モニタリングの容易性	5.1	
				補修・補強の容易性	3.7	
				路面凹凸(騒音)	1.3	
			騒音の原因	異常音	1.9	
				ジョイントの材質	0.8	
				舗装の種類	0.6	
	将来適応性	都市計画や河川改修計画などに伴う橋梁の変更		風	0.2	
				騒音対策	0.9	
				景観	1.6	
				美観	1.5	
幅員の変更				1.8		
線形の変更				2.2		

キーワード BMS(橋梁維持管理システム), 耐震補強必要度レベル, 機能性評価

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

ここで、橋梁機能性評価指数の算出式を式(2)に示す。

$$\text{橋梁の機能性評価指数} : F_t = \sum_{i=1}^{29} (I_i \times W_i) \quad (2)$$

I_i : 各項目の点数(1点満点)
 W_i : 各項目の重み係数

但し、ここでは、耐震補強必要度レベルの決定因子として用いるために、耐震性に関連がある「構造安全性」「使用性」「維持管理性」の3項目を評価対象とした³⁾。評価対象の3項目を100点満点に換算し、耐震補強必要レベルの算出に用いることとした。

3. 実橋梁での耐震補強優先順位の決定

3.1 耐震補強必要度レベル En の算出

以上より、耐震補強必要度レベルを実橋に適用し、事業の優先順位を決定する。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が異なる8橋を選定した。A～H橋の諸元データと算出された各係数を表-2に示す。

表-2 選定橋梁の諸元データと En の算出例

橋梁名	支庁	架設年	橋長	交差	環境	構造形式	上部材料	γ	γ 順位	δ	δ 順位	F_t	F_t 順位	En	En 順位
A橋	網走	1979	35	河川	田畑	PC桁	コンクリート	1.170	2	0.561	5	81.707	5	0.619	6
B橋	網走	1972	25	河川	市街地	鋼合成桁	鋼	0.846	3	0.266	7	84.681	7	0.358	7
C橋	網走	1967	25	河川	田畑	鋼非合成桁	鋼	0.595	6	0.672	4	76.379	3	0.630	5
D橋	網走	1987	31	河川	山間	鋼合成桁	鋼	0.652	4	1.118	3	70.064	2	1.047	3
E橋	網走	1975	393	河川	市街地	連続鋼板桁	鋼	8.970	1	0.217	8	83.704	6	1.978	1
F橋	網走	1960	26	河川	田畑	RC T桁	コンクリート	0.429	7	0.391	6	58.173	1	0.831	4
G橋	網走	1956	20	道路	市街地	プレテンPC桁	コンクリート	0.617	5	1.343	2	94.104	8	0.223	8
H橋	網走	1979	12	鉄道	市街地	鋼合成桁	鋼	0.290	8	3.431	1	81.370	4	1.065	2

表-2の En 順位からわかるように耐震補強優先順位はE橋、H橋、D橋、F橋、C橋、A橋、B橋、G橋の順と判定される。

3.2 各係数と En の比較

各係数の En への影響度を検討するため、 En の順位と他の係数による順位を比較する。ここでは、 En が上位3橋と下位2橋の橋梁を比較する。各係数と En の順位の変化を図-1に示す。 γ 、 δ は値が大きい順位、 F_t 、 En は指数が低い順位である。E橋の場合、 δ と F_t が下位であるが En が上位になった。これはE橋は長大橋で、 γ の値が他の橋梁に比べて非常に高いためである。次にH橋の場合、非常に短い橋梁であり、 γ は最下位の値を示している。しかし、 En は上位になっている。

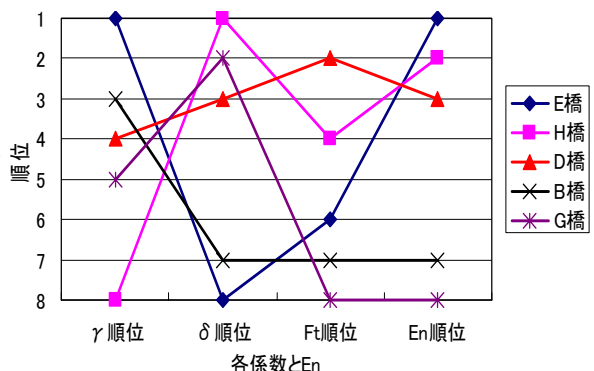


図-1 各係数と En の順位の変化

これは、迂回路係数が高く、さらに機能性評価が低く評価されたため、耐震補強の必要性が高くなったと考えられる。これらの傾向は、 En が特定の係数で順位が決定されておらず、各係数が関連して評価を決定していると考えられる。

4. 結論

本研究では、橋梁点検によって得られたデータを用いて、橋梁の機能性評価指数、重要度係数、迂回路係数を考慮した耐震補強必要度レベルについて検討した。その結果として、耐震補強必要度レベルを用いることで、橋梁の重要性、必要性など幅広い観点から、耐震補強の優先順位を決定することができた。今後の課題としては、現在は機能性評価に用いるデータが不足しているため、より多くのデータを蓄積することが必要である。

【参考文献】

- 1) 土木学会：社会資本のアセットマネジメント導入に向けて、土木学会誌特集，Vol.89，pp9-47，2004
- 2) 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
- 3) 大島俊之，三上修一，佐藤京，竹田俊明，但木純：橋梁の機能性評価と耐震補強への応用，土木学会北海道支部論文報告集，I-53，2005