

予算制約下における補修橋梁優先順位付けの検討

Prioritizing method for bridge repair under the limitation of budget

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 ○正員 安達 優
正員 佐藤 京
正員 西 弘明
正員 石川 博之

1. はじめに

北海道開発局では現在約 4,000 の橋梁を管理している。そのうちの多くが高度経済成長期に建設され、三十年以上を経過しており、橋梁の余寿命等を考えると、近い将来橋梁の維持補修事業の大幅な増加が予想される。一方、今後の厳しい財政状況を鑑みると、限られた公共事業予算の中で、約 4,000 の管理橋梁に対して、効率的かつ効果的な維持管理計画を立案することが必要となるとともに、社会情勢より予算要求時や利用者への説明責任が要求される。

そのような背景から、北海道開発局で管轄する橋梁について、昭和 63 年から実施されてきた橋梁点検結果を基に、橋梁の健全度を評価する機能、劣化予測を算出する機能を有し、効率的な維持管理計画の立案と説明責任を支援する橋梁維持管理システム (CBMS: CERI Bridge Management System) の構築を行っている。本論文では、補修事業計画の策定時において、システムによって推奨された補修費用が予算を上回った場合における補修橋梁の選定支援機能の構築を目指し、橋梁の優先順位付けの検討を行った。

2. CBMS の概要

CBMS は大きく分けて、「健全度評価」、「劣化予測」、「補修事業計画」の機能で構成されている¹⁾。ここで、本システムの処理フローを図-1に示すとともに、以下に、主な機能の概要を示す。

a) 健全度評価

13 の橋梁部材を対象に、旧橋梁点検結果から得られた損傷ランクを元に部材健全度 (EHI) の評価を行い、さら

に、EHI を基に橋梁健全度 (BHI) の評価を行う。

b) 劣化予測

マルコフの遷移確率論を用い予測する。遷移確率は部材、材質ごとに過去の橋梁点検結果を用い算出した。点検は全て北海道開発局の管轄橋梁について実施されたものであるため、積雪寒冷地特有の健全度遷移を反映している。

c) 補修事業計画シミュレーション

事業計画のシナリオに「予防保全型」、「対処療法型」を設け、シナリオごとに設定された管理レベルを維持するために、劣化予測機能により推定した健全度から、最適な補修工法を選定し、補修事業の推奨年次計画を算定する。推奨年次計画は管理者側において、補修年次や補修工法を変更することができ、変更後の計画は変更点を踏まえ、再度自動的に算定される。

3. 優先順位付けの検討

3.1. 補修橋梁の優先順位付けの必要性

補修事業計画の立案においては「予防保全型」で補修を行うのが LCC の低減につながるが既往の検討などから明らかである²⁾。これまでの対症療法型から予防保全型に移行した場合、健全度を高い水準で推移させることになるため、移行初期に多くの補修計画が立案され、予算を大幅に超えることが想定される。厳しい財政状況を鑑みると、優先的に補修をすべきものと後回しにするものを選定する必要が生じる。CBMS では事業計画機能のシミュレーションにより補修時期を変更することは可能であるが、補修橋梁を選定するには複雑に連鎖している機能性や重要度を比較する必要があるため、明確な選定根拠を示すことは容易ではない。そこで、事業計画における補修橋梁の選定支援機能として、機能的な面から客観的に橋梁を評価し、補修の優先度に対する定量化が必要となる。

著者らはこれまでの検討を行ってきたが³⁾、本検討では、管理者側の視点に立って評価方法の再設定を行った。

3.2. 評価区分の設定

再設定した評価項目の階層図を図-2に示す。

①全車両交通量

前検討では、評価区分ごとの橋梁数に偏りが生じたことから、正規分布に近くなるような評価区分を設けた。

②平均交通量

車線当たりの交通量を設定することで、山間部等に多く架設されている片側1車線の橋梁を評価した。

③迂回路

緊急輸送の観点を考慮し、山間部や海岸線沿いに架設さ

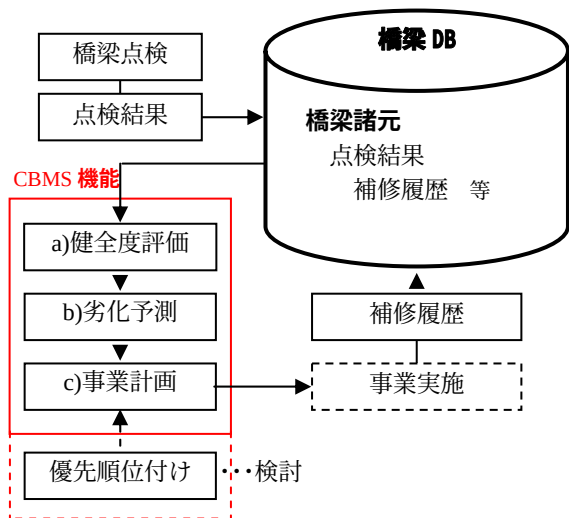


図-1 CBMS の概要

れた橋梁を評価する。

④ 跨線橋・跨道橋

橋梁二次災害の波及性として跨線橋や跨道橋であるか否かを設定した。

⑤ 緊急対応が必要な損傷

緊急対応が必要な損傷が生じている橋梁を最優先とした。

⑥ 架け替え計画の有無

架け替え計画が既に必要とされる橋梁は後回しとする。

以上の評価項目について、事業の効率性については有無の二択、BHI はそのままの数値を評点とし、「路線・区間の重要度」の評価指標は評価区分とそれに対応する評点を設けた（図-3）。

3.3. 評価指標の重み付け

「路線・区間の重要度」における各評価指標間の相関は低く、これらを同じ土俵で評価するために、重みを設定する必要がある。重みは階層分析法（AHP）を用い、各指標間における一対評価より決定する。一対評価は管理者がその都度判断し再設定することとなるが、本検討では筆者らが一対比較により重みを設定した（図-4、図-5）。

3.4. 優先順位付けフロー

優先順位付けのフローを図-6 に示す。

「路線・区間の重要度」の総合評点は、まず交通容量として全車交通量と車線平均交通量、桁下種別として跨線橋と跨道橋のどちらかの指標を選択する。選択された指標に代替性の指標である迂回路を加え、それぞれの評点に重みを乗じたものの和を総合評点とする。例えば、ある橋梁の評点が、全車交通量 4、迂回路 0、跨線橋 5 とすると総合評点は、約 1.05（ $=4 \times 0.184 + 0 \times 0.7531 + 5 \times 0.0629$ ）となる。総合評点が同点となった場合は、BHI の低い橋梁を優先とした。

3.5. 優先順位付けの分析

優先順位付けのシミュレーションを実橋データを用いて行った。交通容量は車線平均交通量を用い、迂回路の有無等の仮設定し、優先順位付けを行った、その結果、重みの大きい迂回路が無いとされる橋梁が上位を占め、下位にランクされた多くの橋梁は迂回路があり、交通量が少なかった。この結果をみるとある程度の妥当性は感じられるが、最適解であるかどうかは、評価する者によって変わってくるだろう。また、計画担当者によっても、目的や考え方が異なることが考えられるが、担当者が一対評価を見直し重み係数を再設定することで様々な考え方に対応できるものとする。

4. おわりに

本検討ではこれまでの検討結果を吟味して、新たな評点を設け評価を行った。CBMS が推奨する事業計画は取り決められたロジックによる最適解であるため、最終的には技術者による判断が必要となるが、本検討は判断に対する一助となると考える。今後は、本機能を CBMS への導入を行うとともに、継続的に管理者の意見を取り入れての改善していくことで支援ツールとしての精度を向上させたい。

参考文献

1) 渡邊 一悟, 石川 博之, 佐藤 京: BMS の構築と運用における課題, 独立行政法人北海道開発土木研究所月報, 技術

大項目	中項目	小項目	評価指標
路線区間の重要度	平常時利用	交通容量	全車両交通量 車線平均交通量
	災害時の輸送機能	代替性	迂回路
	二次災害波及性	桁下種別	跨線橋
			跨道橋
事業の効率性	他事業との関連性		架け替え計画の有無
性能評価	安全性		緊急対応が必要な損傷
			BHI

図-2 評価項目の階層図

大項目	No	評価区分 評価指標	評点						重み (数値は仮)
			0	1	2	3	4	5	
路線・区間の重要度	1	全車両交通量	---	1,500 台未満	1500 台以上 4,000 台未満	4000 台以上 10,000 台未満	10,000 台以上 20,000 台未満	20,000 台以上	0.184
		車線平均交通量	---	2,000 台未満	2000 台以上 4,000 台未満	4000 台以上 7,000 台未満	7,000 台以上 12,000 台未満	12,000 台以上	
	2	迂回路	有	---	---	---	---	無	0.7531
	3	跨線橋	以外	---	---	---	---	該当	0.0629
		跨道橋	以外	---	---	---	---	該当	
事業の効率性	1	緊急対応が必要な損傷	有 → 最優先						
	2	架け替え計画の有無	有 → 後回し						
性能評価	1	BHI	そのままの値を使用(低い方が上位)						

図-3 各評価区分と評点

評価指標	左の項目が				左右同程度	右の項目が				一対比較値	評価指標
	絶対的に	非常に	標準的に	若干		若干	標準的に	非常に	絶対的に		
	良い	良い	良い	良い		良い	良い	良い	良い		
	9	7	5	3		1	1/3	1/5	1/7		
交通量											迂回路
交通量											桁下種別
迂回路											桁下種別

図-4 一対比較結果

	交通容量	代替性	桁下種別	重み
交通容量	1	1/7	5	0.184
代替性	7	1	7	0.7531
桁下種別	1/5	1/7	1	0.0629

図-5 AHP 検討結果

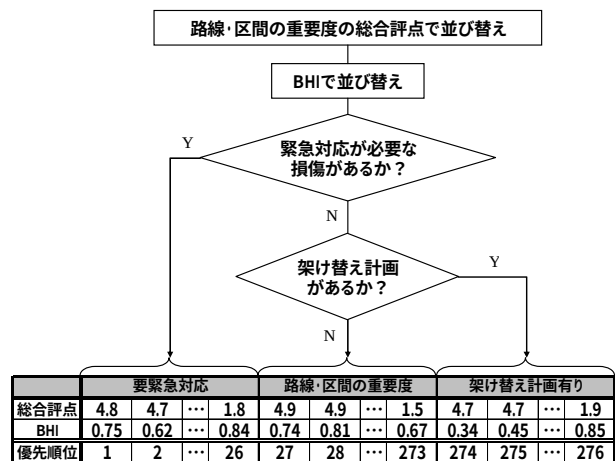


図-6 優先順位付けフロー

資料, pp.35-39, 2005

2) 道路構造物の今後の管理・更新のあり方に関する検討委員会 提言 国土交通省 道路局 平成 15 年 4 月

3) 安達 優, 石川 博, 佐藤 京: 北海道 BMS における優先順位付けの検討, 平成 18 年度土木学会年次講演会概要集, VI部門 No.025, pp.49-50, 2006.