

実際の補修工事实績を参照する橋梁補修コストモデルの再構築

北海学園大学大学院工学研究科 学生員 ○澁谷 直隆
北海学園大学工学部社会環境工学科 正会員 杉本 博之
北海道旅客鉄道株式会社 谷 祐一郎

1. まえがき 橋梁の維持管理計画における補修工事費用のためのコストモデルと劣化予測は、ライフサイクルコスト（Life Cycle Cost, 以下 LCC）の計算にあたり支配的な要素である。筆者らは従来、文献 1）を参考として橋梁各部材に対してその部材健全度（損傷度）の最悪値を用いた劣化予測とそれに対応したコストモデルを使用することにより LCC の計算を行っていた。しかし、部材健全度の最悪値を用いた場合、鋼桁の損傷が亀裂であるのに対して補修として塗装を行うというような損傷要因と補修工法の不一致が発生した。これらのことから、本研究ではある地方自治体の建設部（以下、建設部とする）が管理する橋梁のうち、2010 年度に補修工事の行われた橋梁の実際の工事資料を用いて橋梁各部材のコストモデルの再構築を行った。

2. コストモデルの作成に用いた資料 コストモデルの再構築は 2010 年度に実際に行われた補修工事資料および建設部が定期的に行っている橋梁点検の点検結果を用いて行った。補修工事資料の内訳は図面集、実施設計書および数量計算書である。実施設計書より補修単価や補修工法などの積算データを取得し、図面集および数量計算書より実際の補修の行われた範囲や橋梁の諸元（径間長、有効幅員など）を取得し用いている。また、各橋梁の各部材における部材健全度を定期点検の結果より補修時の健全度を求めた。この部材健全度とは建設部が定期点検において橋梁を構成する各部材（各損傷）の状態を表す指標であり 5 が最も健全な状態、1 が最も劣悪な状態を示す。

3. 損傷要因と補修工法の関係 橋梁の LCC を計算する上で損傷内容と補修工法を一致させる必要がある。本研究では橋梁を構成する部材を床版、主桁、躯体、伸縮装置、支承および橋面工とした。ここで、基礎を含まなかったのは、基礎の点検結果の 9 割は 5 と評価されており、残りの点検データで劣化曲線を作るにはデータ数が少ないこと、および、補修の事例が少なく適切なコストモデルを構築できなかったためである。また主桁は鋼橋とコンクリート橋の 2 材種間で補修内容が大きく異なるため、それぞれに対応するコストモデルを作成した。主桁以外の部材においても同様に鋼橋とコンクリート橋それぞれのコストモデルの作成を試みたが、補修工法およびその補修単価、補修領域に際立った差異がみられなかったため、材種間での統一したコストモデルを使用するものとした。これらの部材に対して本研究では補修工事資料と点検データを参照し補修工事とその工事が行われる損傷内容の関係を分類した。分類された補修工法と損傷要因の対応を表-1 に示す。従来は各部材の部材健全度の最悪値とコストモデルを対応させ補修コストの算出を行っていたが、実際の補修工事資料より本研究ではコンクリート床版、コンクリート主桁、躯体に関してはひび割れと断面欠損の 2 つの損傷に分類した。また橋面工に関しては従来一本化したコストモデルを使用し

表-1 コストモデルと損傷の対応

部材		コスト算出	対応する損傷
床版		ひび割れ及び橋面防水	ひび割れ
		断面修復	剥離・鉄筋露出 豆板・空洞 抜け落ち
主桁(鋼橋)		塗装	その部材の全て
主桁 (コンクリート橋)		ひび割れ補修	ひび割れ
		断面修復	剥離・鉄筋露出 豆板・空洞 欠損
躯体		ひび割れ補修	ひび割れ
		断面修復	剥離・鉄筋露出 豆板・空洞 すりへり・浸食 欠損
伸縮装置		取り替え	その部材の全て
支 承	本体	塗装もしくは 取り替え	その部材の全て
	沓座モルタル	補修	
	アンカーボルト	取り替え	
橋 面 工	舗装	舗装打替え	舗装の全て
	地覆	地覆補修	地覆の全て
	縁石	縁石取り替え	縁石の全て
	防護柵	塗装もしくは 取り替え	防護柵の全て

キーワード 橋梁長寿命化計画, コストモデル, 最適化

連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南 26 条 11 丁目 北海学園大学工学部社会環境工学科 TEL011-841-1161

表－2 従来の床版のコストモデル

健全度	工法	損傷領域	単価
4	ひび割れ注入	主桁長さの10%	6,500円/m
3	ひび割れ注入	主桁長さの20%	6,500円/m
	断面欠損修復	0.1m ² ×10cm(厚さ)	1,010,000円/m ³
2	ひび割れ注入	主桁長さの20%	6,500円/m
	断面欠損修復	床版下面積の10%	1,010,000円/m ³
1	全長打ち換え	橋面積全体	75,000円/m ²

ていたが、舗装、縁石、地覆、防護柵と4つの部材要素に分類したコストモデルを再構築した。表－1に示すように補修費用の算出は分類されたコストモデルの補修内容とその損傷の程度と対応させる必要がある。

4. 従来のコストモデルとの比較 例として床版のコストモデルを筆者らが従来用いていたコストモデルと比較する。従来のコストモデルと本研究で再構築したコストモデルを表－2～表－4に示す。従来、床版は部材健全度によってひび割れと断面欠損が併発すると仮定して補修費の算出を行っていた。それに対して本研究で再構築したコストモデルは補修工法と損傷要因の対応を目的とした分類に伴い、ひび割れの補修および断面修復の2つ個々のコストモデルを作成している。

また、実際の補修資料より床版のひび割れ補修と同時に橋面防水が施工されていることから、再構築したコストモデルでは実際の傾向に従い床版のひび割れ補修時に橋面防水が施工されるものとした。建設部において2010年に実際に床版の補修工事が行われた橋梁に対して、それぞれのコストモデルを用いて補修費用を算出し実際の補修費用と比較した。これを図－1に示す。

図－1において横軸を床版の部材健全度、縦軸を実際の補修費用を基準としたときの各コストモデルで算出した補修費用の比率とした。赤のプロットが再構築後のコストモデルで算出した点補修費と実際の補修費の比率であり、青のプロットが従来のコストモデルで算出した補修費と実際の補修費の比率を表す。図中に緑の実線で示した軸が実際の補修費の値であり、この軸からプロットが離れれば離れるほど実際の補修費に沿わないコストを算出していることとなる。従来のコストモデルを示す青のプロットに比べ、赤のプロットが実際の補修費に近い値を算出できていることが確認できる。特に部材健全度が2の時の補修費用は従来のコストモデルに比べ大きく改善されており、かなり実際の補修費に近い値を算出できるように再構築されている。

5. まとめ 2010年度に行われた実際の補修工事資料を元にコストモデルの再構築を行い、床版の従来のコストモデルと再構築後のコストモデルを比較することでコストモデルの精度および現実性の向上を示した。本研究で使用した補修工事資料は2010年度1年分のものだけであり、対象とした橋梁数も86橋と少ないことから、さらなるデータの蓄積が今後の課題と考えられる。

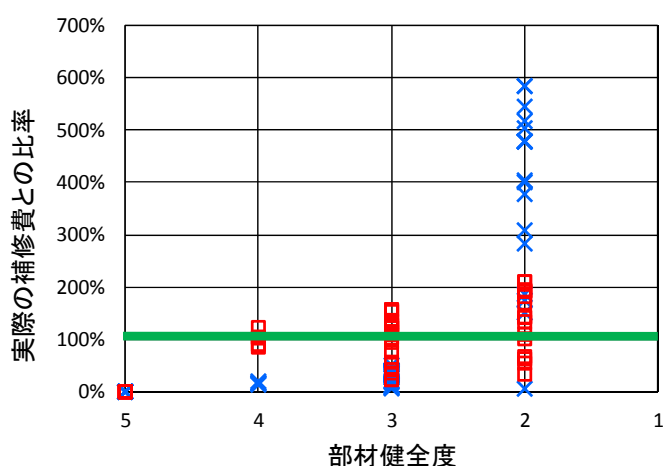
参考文献 1) 北海道建設部：公共施設長寿命化検討委員会報告書，2006。 2) 澁谷直隆，杉本博之，谷祐一郎：橋梁維持管理モデルの改良と最適化計算について，土木学会北海道支部 論文報告集第68号A-06 平成23年度，2011。

表－3 再構築後の床版（ひび割れ）のコストモデル

健全度	工法	損傷領域	単価
4	橋面防水	橋面積全体	2,910円/m ²
3	ひび割れ注入	主桁長さの20%	5,115円/m
	橋面防水	橋面積全体	2,910円/m ²
2	ひび割れ注入	主桁長さの20%	5,115円/m
	橋面防水	橋面積全体	2,910円/m ²
1	全長打ち換え	橋面積全体	75,000円/m ²

表－4 再構築後の床版（断面欠損）のコストモデル

健全度	工法	損傷領域	単価
3	断面欠損修復	床版下面積の1.05%	928,884円/m ³
2	断面欠損修復	床版下面積の2.17%	963,251円/m ³
1	全長打ち換え	橋面積全体	75,000円/m ²



図－1 床版の各コストモデルで算出した補修費の分布