

# コンクリート橋のライフサイクルコスト算出手法の検討

建設省土木研究所 正会員 廣松 新 同 正会員 西川 和廣  
 同 正会員 内田 賢一 同 正会員 伊藤 公彦  
 同 正会員 続石 孝之

## 1. 背景と目的

将来の更新および維持管理負担を軽減するために、初期建設コストだけでなくライフサイクルコスト(LCC)で経済性を評価する動きが橋梁を含む土木分野全般で活発化している。また、LCC 概念の導入により、初期建設コスト増加という理由で敬遠されていた、新しい耐久性向上技術の導入が容易になる。

本研究は、コンクリート橋の LCC 算定手法の確立をめざして、コンクリート橋の特性を考慮した LCC 算出の基本的な考え方の提案と、それに基づく LCC 試算を行ったもので、建設省土木研究所と(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会との共同研究の一環として実施したものである。

## 2. LCC算出の基本的な考え方

図-1に、本研究での LCC 算出フローを示す。LCC は、初期建設コスト(I)、維持管理コスト(M)、更新コスト(R)の和で表すことができる。

耐久性に関わる要素技術の効果を維持管理コスト M に反映させる数値として付属物の耐用年数・費用を、更新コスト R に反映させる数値として構造物本体の耐用年数を想定した。

コンクリート橋では、鋼橋と比較して施工の良否が耐久性に大きく影響すると考えられる。本研究では各要素技術を設計で考慮可能なもの(かぶり、材料等)と施工(施工管理)とに大別し、構造物本体の耐用年数に関しては双方で評価することとした。

本体補修に関しては、各橋梁毎のバラツキが大きいいため、補修費の一律な算出は行わず、想定耐用年数に達する前に損傷が顕在化し本体補修を行った場合(LCC のほぼ上限)と、本体補修を行わなかった場合(LCC のほぼ下限)の双方について LCC を試算することとした。要素技術の効果は、設計で考慮可能なものについては補修を行う時期で、施工については補修費用で評価し、施工のレベルを設計とは独立した要素技術として維持管理コスト M に反映させることとした。

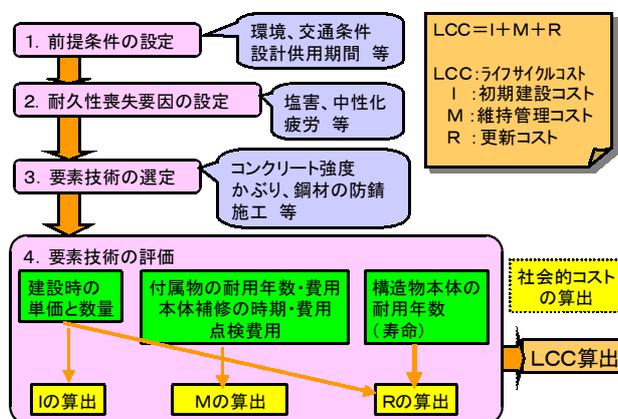


図-1 LCC算定フロー

## 3. LCCの試算

### 3.1 モデル橋の設定

表-1に、モデル橋の概要を示す。本研究では、3タイプの環境条件を設定し、それぞれに対して代表的な橋梁形式を2タイプ設定した。さらに、各橋梁形式に対して、標準的な設計・施工を前提とした橋梁(標準橋)と、最小限の維持管理で最大限の長寿命をめざした橋梁としてミニмумメンテナンス橋(以下 MM 橋)を設定した。

表-2に、標準橋と MM 橋の概念を示す。標準橋は平成8年道路橋示方書に準じて設計・施工された橋を想定しており、施工が良好であれば、寿命は50年以上あると考えられるが、本試算においては便宜的に50年で架換えることとした。MM 橋では要素技術として高度な施工管理を実施すること、および定期的な劣

表-1 モデル橋概要

No.	環境条件	橋梁形式	橋長	支間長
1	一般部	3径間連続PC箱桁橋	121.5m	40m
2	(山間部)	ポストテンション単純T桁橋	30.88m	30m
3	一般部	ポストテンション単純T桁橋	30.88m	30m
4	(都市部)	3径間連続中空床版橋	75m	25m
5	海岸部	3径間連続PC箱桁橋	121.5m	40m
6	(飛沫滞)	ポストテンション単純T桁橋	30.88m	30m

キーワード：ライフサイクルコスト、ミニмумメンテナンス橋、コンクリート橋、塩害、中性化

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 Tel 0298-64-4919 Fax 0298-64-0565

化度調査を行い維持管理計画を適宜修正することを前提条件として寿命を100年以上とした。また、表-3に具体的な要素技術の例を示す。耐久性喪失要因として、一般部では中性化、海岸部では塩害に起因する鋼材の腐食を仮定し、それらに対して現行基準を強化した対策(海岸部では2重防食)を行うことを基本に、MM橋の要素技術を選定した。

表-2 標準橋とMM橋の概念

	標準橋	MM橋
物理的寿命	50年程度	100年以上
施工管理	通常の施工管理	高度な施工管理
適用基準のイメージ	平成8年道路橋示方書	将来の示方書(性能照査型)

表-3 要素技術の例(モデルNo.1、No.5)

要素技術項目	橋種		橋種	
	1.山間部 標準橋	箱桁橋 MM橋	5.海岸部 標準橋	箱桁橋 MM橋
主桁コンクリート強度	40N/mm <sup>2</sup>	50N/mm <sup>2</sup>	40N/mm <sup>2</sup>	50N/mm <sup>2</sup>
かぶり	35mm	50mm	70mm	35mm
鉄筋		普通	普通	エポキシ塗装鉄筋
PC鋼材		普通	普通	エポキシ塗装鋼材
シーす材料		鋼	鋼	ポリエチレン
コンクリート塗装		無	無	有
舗装工	普通AS	改質AS	普通AS	改質アスファルト

### 3.2 試算条件

LCCの算定期間は建設後100年とした。初期建設コストは現行基準に準じて積算したが、MM橋では高度な施工管理費用分として、全体工費の6%を上乗せした。維持管理コストは表-4に示す試算条件に基づき積算した。更新(架換え)コストは文献3)を参考に、初期建設コストの3倍を計上した。

表-4 維持管理コスト試算条件の例(モデルNo.1、No.5) (※本体補修が有る場合のみ計上)

内訳	橋種	1.山間部 箱桁橋		5.海岸部 箱桁橋		備考(数値の設定根拠等)
		標準橋	MM橋	標準橋	MM橋	
付属物コスト		現行基準に応じて積算				環境条件・耐久性に応じて文献3)を参考に耐用年数を設定。
本体補修コスト	時期	建設後20年	同50年	同20年	同50年	一般部は、かぶり量に応じた格差を設定。
	内容	断面修復(修復深さはかぶりと同数値)				全面吊り足場を想定、MM橋は足場設置費用を20%低減。
	面積	表面積の20%	同10%	同100%	同5%	高度な施工管理によりMM橋は補修面積低減(外面塗装は全面)
連	点検コスト	頻度:10年に1回		単価:100万円/橋長30m		文献2),3)を参考に設定。補修前の点検は20%増とした。

### 3.3 試算結果の例

図-2に試算結果の例を示す。図中の数値は、標準橋の初期建設コストに対する比率である。補修の有無に関わらず、全ケースでMM橋のLCCは標準橋のLCCを大きく下回った。また、補修の有無によるLCCの差を比較すると、MM橋の場合はいずれも標準橋より小さく、特に海岸部でその傾向は顕著であった。

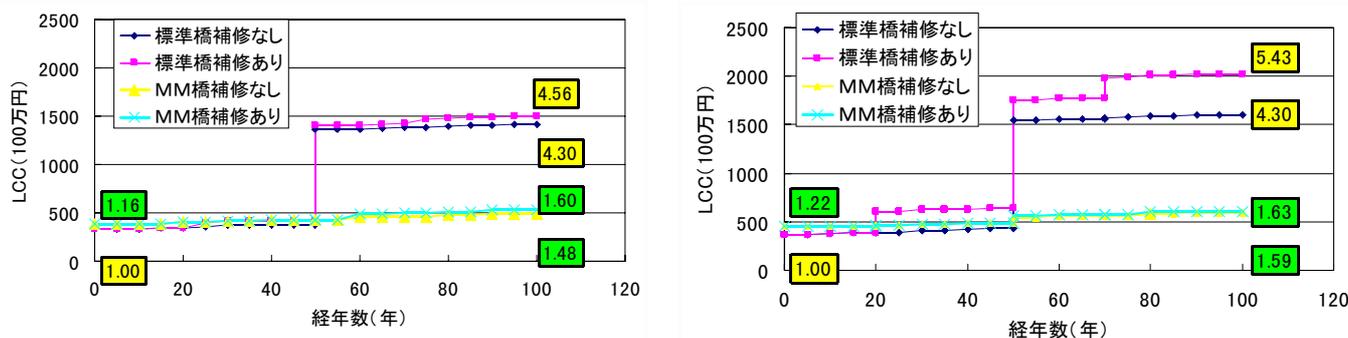


図-2 試算結果の例(左:No.1山間部箱桁橋 右:No.5 海岸部箱桁橋)

### 4. まとめと今後の課題

コンクリート橋の特性を考慮したライフサイクルコスト(LCC)算出の基本的な考え方を提案し、モデル橋の100年間のLCC試算を行った。その結果、箱桁橋では、最小限の維持管理で最大限の長寿命化をめざしたミニマムメンテナンス橋は、標準的な橋と比較して、初期建設コストは16~22%増加するが、LCCでは全て大幅に経済的となった。

今後は、高度な施工管理の具体的な中身の提案、LCCの精度向上について検討する予定である。

#### 参考文献

- 1)西川他:橋梁の架替に関する調査結果( ),建設省土木研究所資料第3512号,1997.10
- 2)佐伯,藤原他:橋梁点検要領(案),建設省土木研究所資料第2651号,1988.7
- 3)西川他:ミニマムメンテナンス橋に関する検討,建設省土木研究所資料第3506号,1997.6