

橋梁の補修・補強概略工事費算出システムについて

オリエンタル建設株式会社 正会員 ○大谷 悟司 正会員 二井谷教治
J I Pテクノサイエンス株式会社 正会員 今野 将顕 正会員 家入 正隆

1. はじめに

近年、橋梁の維持管理費が増加する状況の中、橋梁の状態を客観的に把握・評価し、これらの中長期的な状態を予測するとともに、限られた予算の中で、いつどのような対策をどこに行うことが最適であるかを考慮して、橋梁を計画的かつ効率的に維持管理するという考え方を取り入れたシステムの検討・開発が各機関において行われている¹⁾。このようなシステムは、管理者が橋梁の維持管理を効率よく行うための支援システムであり、多数の橋梁をどのような順序で、どのような対策を行っていけば、最も効果的で効率的であるかを策定するためのツールである。

それに対して、筆者らが検討・構築したシステム（以下、BMCE という）は、前述のシステムが多数の橋梁を対象とするのに対し、対策が必要、あるいは今後対策が必要と思われる個別の橋梁ごとに、ライフサイクルコスト（以下、LCC という）を考慮した補修・補強計画と概略の補修・補強工事費を算出するシステムである。本稿は、BMCE の概要について述べるものである。

2. 概要

BMCE は橋梁の劣化現象として比較的多いと考えられる塩害および中性化を対象として、健全度の判定、劣化予測を行い、LCC を考慮した補修・補強計画と概略の補修・補強工事費の算出を行うものである。図-1に BMCE のシステムの流れを示す。

3. 健全度の判定

現在の健全度の判定は、コンクリート標準示方書〔維持管理編〕（2001年制定）に示されている劣化過程ごとに、塩害では、PC 鋼材位置の塩化物イオン濃度および損傷要素率を、中性化の場合では、PC 鋼材位置の中性化残りおよび

損傷要素率を用いて行うこととした。表-1に塩害の場合を示す。また、ここで言う損傷要素率は、損傷要素数/全要素数であり、対象とする損傷は、「ひび割れ」、「漏水・遊離石灰」、「剥離・鉄筋露出」、「うき」である。なお、要素および損傷の考え方は橋梁定期点検要領（案）（国土交通省国道・防災課、平成16年3月）に準拠した。

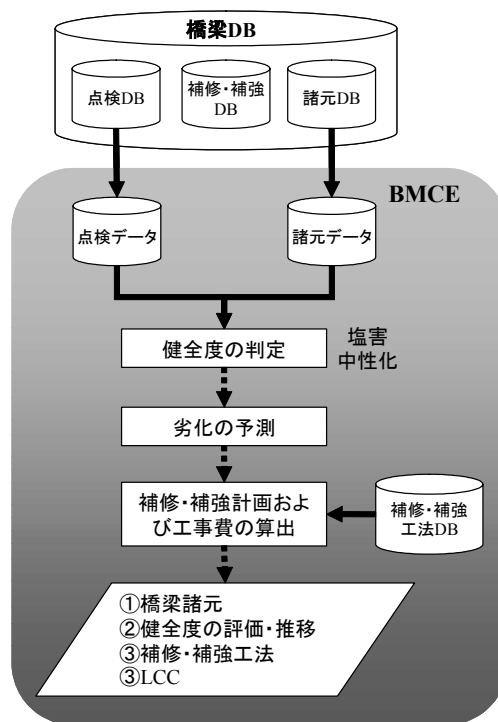


図-1 BMCEのシステムの流れ

表-1 健全度の判定（塩害の場合）

劣化過程		状態	閾値
潜伏期		主桁・床版に損傷が無く、PC 鋼材位置の塩化物イオン濃度が 1.2kg/m^3 以下である。	塩化物イオン濃度 $\leq 1.2\text{kg/m}^3$
進展期		主桁・床版に損傷が無いが、PC 鋼材位置の塩化物イオン濃度が 1.2kg/m^3 を超えており PC 鋼材の腐食が発生し始めている。	塩化物イオン濃度 $> 1.2\text{kg/m}^3$
加速期	中期	主桁・床版に「ひび割れ」、「漏水・遊離石灰」が発生している。	左記損傷の損傷要素率 $< 60\%$
	末期	主桁・床版に「ひび割れ」、「漏水・遊離石灰」が発生している。	左記損傷の損傷要素率 $\geq 60\%$ ひび割れ幅 $< 0.2\text{mm}$
劣化期	中期	主桁・床版に「剥離・鉄筋露出」、「うき」が発生している。	左記損傷の損傷要素率 $< 30\%$ ひび割れ幅 $\geq 0.2\text{mm}$
	末期	主桁・床版に「剥離・鉄筋露出」、「うき」が発生している。	左記損傷の損傷要素率 $\geq 30\%$

キーワード：橋梁、ライフサイクルコスト、補修・補強、劣化予測

連絡先：〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-1-1 ORIKEN 平河町ビル 8 階 本社技術部メンテナンスチーム

TEL：03-3261-1176 FAX：03-3261-1139

4. 劣化予測

劣化予測は、塩害、中性化とも耐久性に関する劣化曲線と耐荷性に関する劣化曲線を用いて行う。塩害および中性化の劣化曲線と健全度の考え方を表-2

に示す。耐久性の劣化曲線は、塩害では PC 鋼材位置の塩化物イオン濃度を、中

性化では PC 鋼材位置の中性化残り（かぶり－中性化深さ）を指標とし、耐荷性の劣化曲線は、塩害、中性化とも PC 鋼材の腐食量に伴う曲げ耐力の低下に着目して設定した。また、設定にあたっては、モデル橋梁を想定し、前述の指標を用いて、維持管理編に示されている劣化過程を解析的にシミュレーションすることにより行った。図-2に塩害の場合の標準劣化曲線を示す。

5. 補修・補強工法および単価の設定

適用する補修・補強工法は、塩害および中性化とも同種類とし、劣化過程ごとに設定した。また、工法および単価は、既往の研究成果や実績を参考にして決定した。表-3に BMCE で設定している補修・補強工法の一覧を示す。

6. 補修・補強工事費（LCC）の算出

LCC は、補修・補強を実施する材齢を分岐点とし、その時点に補修・補強を行うか否かの 2 方向の分岐を作成し、これを全ての分岐点において同様に行い、補修・補強を組み合わせた全てのシナリオについて算出する。これらすべてのシナリオの中から LCC が最小となる組合せなどの条件に対して適切な補修・補強工法の組合せを抽出することができる。

7. 出力

結果の出力は、橋梁名、構造形式、橋長などの諸元情報と、あらかじめ入力により設定された個数分（例えば、LCC が最小となる順番で 5 つとか）のシナリオに対して、LCC の推移図、各シナリオの健全度の推移図および補修・補強内容を出力する。

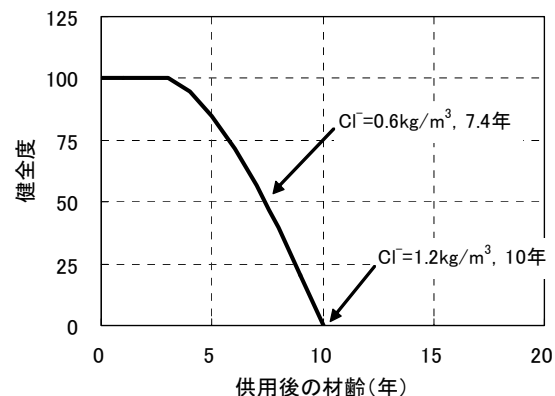
8. おわりに

BMCE は、営業支援ツールとして、平成 18 年 7 月より運用を開始する予定であり、この運用を通して機能の高度化を図ることとしている。また、今後の課題としては、点検や補修・補強工事のデータの蓄積、それによる健全度の判定や劣化予測（曲線）、補修・補強の効果と単価等の精度の向上を図る必要がある。最後に、BMCE が、今後の橋梁の維持管理計画の一助となれば幸いである。

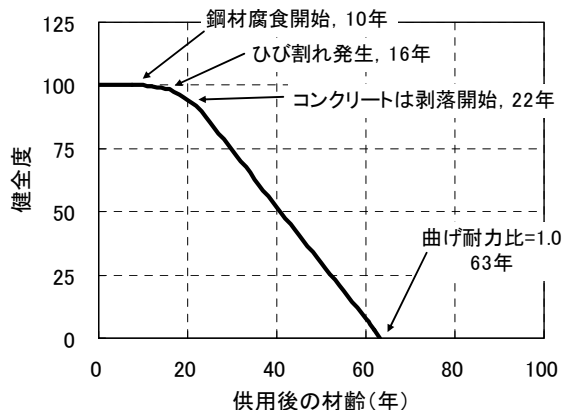
参考文献 1)例えば、石田ら：大阪市における橋梁維持管理システム(B.M.S) の構築について、第 26 回日本道路会議論文 No.11003、平成 17 年 10 月

表-2 劣化曲線と健全度の考え方

劣化曲線		健全度		
		指標	100	0
耐久性	塩害	PC 鋼材位置の塩化物イオン濃度	0 kg/m ³	1.2 kg/m ³
	中性化	PC 鋼材位置の中性化残り	かぶり	かぶり-10mm
耐荷性	塩害	曲げ耐力比	1.7	1.0
	中性化			



耐久性の劣化曲線



耐荷性の劣化曲線

図-2 標準劣化曲線（塩害の場合）

表-3 考慮する補修・補強工法

劣化過程	補修・補強工法	
潜伏期	①	表面被覆
	②	電気防食
進展期	③	表面被覆
	④	断面修復＋表面被覆
	⑤	電気防食
加速期	⑥	ひび割れ注入＋断面修復＋表面被覆
	⑦	ひび割れ注入＋断面修復＋電気防食
	⑧	断面修復＋炭素繊維シート接着
	⑨	断面修復＋下面増厚
劣化期	⑩	断面修復＋表面被覆＋外ケーブル補強
	⑪	断面修復＋炭素繊維シート接着
	⑫	断面修復＋下面増厚
	⑬	架替