

塩害橋梁マネジメントシステムの開発

大日本コンサルタント（株） ○正会員 龍田 斉
同 上 正会員 藤本 直也

1. はじめに

沿岸部に建造されたコンクリート橋では、海からの飛来塩分により内部鋼材が腐食し、かぶりコンクリートが剥落する等の塩害損傷が散見される。これらの橋梁群に対して適切な維持管理計画を策定するにあたり、現橋健全度の把握、各橋の劣化予測および性能を回復・維持するための補修シナリオを検討することが重要である¹⁾。しかし、各橋においてライフサイクルコスト（以下LCC）が最小となる最適な補修シナリオを選定するためには、複数の補修シナリオを定義し、健全度およびLCCの推移を比較・検討する必要がある。このような検討を迅速・効率的に行うため、補修シナリオを多様な条件下で試算する機能を有する塩害橋梁マネジメントシステムを開発したので、その機能と効果を紹介する。

2. 健全度および補修シナリオの定義

ここで健全度とは、塩害橋梁維持管理マニュアル(案)²⁾（以下塩害マニュアルとする）を参考に、塩化物イオン含有量や外観変状調査、点検結果等を基に橋の状態を点数化したものである。

健全度の算出は、塩害マニュアルのグレード及び外観変状の状態と健全度点数を併記した表-1によるものと仮定する（塩害マニュアルに水色部を追記）。健全度点数は、60と30の2つの閾値を設定し、塩化物イオン含有量が

1.2kg/m³以下で損傷が顕在化していないグレードI、IIを100～60（予防保全）、塩害による損傷が顕在化し補修が複数回無いものをグレードIIIの上位を60～30（事後保全）、鋼材破断や補修が複数回存在するグレードIIIの下位やグレードIVを30～0（架替対象）とする。劣化曲線は、各橋の供用年数と健全度点数をプロットし、上に凸の2次回帰曲線を作成する。この曲線から1σ安全側の線を劣化曲線として採用した。

また、補修シナリオとは橋梁の健全度および劣化曲線から予測される予定供用年数までに必要な補修工法の組み合わせを指す。補修シナリオのイメージを図-1に示す。補修シナリオを実施する上で発生する費用をライフサイクルコスト（以下LCC）と定義する。各橋においてLCCが最小となる最適な補修シナリオを選定するためには、複数の補修シナリオを定義し、健全度およびLCCの推移を比較・検討する必要がある。

表-1 外観変状調査と健全度点数の関係

健全度			外観変状		塩化物イオン含有量	
グレード	損傷原因	健全度点数	過去に補修が行われていない部材	過去に補修が行われた部材	現状	劣化予測
グレードI	損傷原因が塩害以外	100～80 (90)	経過年数が30年以上(1.2kg/m ³ 以上)で、ごく軽微なひび割れや錆計が認められる ^{※)}	—	1.2kg/m ³ 未満	今後20年以内に1.2kg/m ³ 未満
グレードII	将来塩害による損傷の発生が懸念される	80～60 (70)	—	—	—	今後20年以内に1.2kg/m ³ 以上
グレードIII	損傷原因が塩害	60～20 (55) (45) (35) (25)	ごく軽微なひび割れや錆計が認められる	—	1.2kg/m ³ 以上	—
			ひび割れ、錆計、剥離、あるいは剥落が部分的に認められる	補修後の経過年数が5年を超えて損傷の範囲が局部的		
			ひび割れ、錆計、剥離、あるいは剥落が連続的に認められる場合	補修後の経過年数が5年以内で損傷の範囲が局部的もしくは補修後の経過年数が5年を超えて損傷の範囲が全体的		
			コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出が認められる	補修後の経過年数が5年以内で損傷の範囲が全体的		
グレードIV	—	20～0 (10)	コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の破断が認められる	—	—	—

※) 塩害橋梁維持管理マニュアルによると、「架設後30年以上経過した橋梁では、塩化物イオン含有量が1.2kg/m³を超過し、外観にごく軽微なひび割れや錆計が認められた場合でも、今後損傷が急激に早期進行する可能性は低いと考えグレードIとする。」

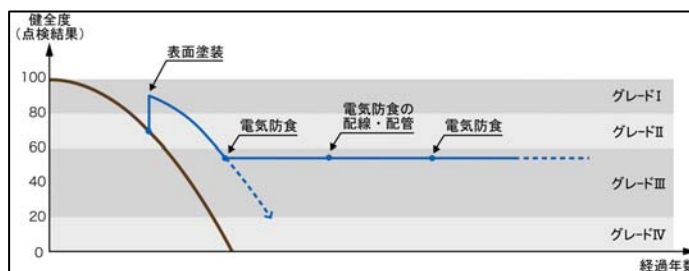


図-1 補修シナリオのイメージ

キーワード 塩害、コンクリート橋、アセットマネジメント

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 TEL (03) 5394-7604, FAX (03) 5394-7606

3. システム概要

本システムは「個別橋梁 LCC 検討」「予算制約下での複数橋梁 LCC 検討」の 2 機能より構成される。主な利用手順としては、個別橋梁 LCC 検討機能により、各構造形式・健全度グレードに対して最適な補修シナリオを選定する。次に予算制約下での複数橋梁 LCC 検討機能により、選定した補修シナリオを予算制約下で各橋梁に適用した場合の補修費、健全度の推移を試算し、管理橋梁を維持するための最適な予算を検討する。

(1) 個別橋梁 LCC 検討

各橋梁に適用する補修シナリオを設定する。補修シナリオは図-2 の入力画面で各健全度グレードに対して最大 3 つまで登録可能で、1 つのシナリオは単一もしくは複数の補修工法を組み合わせで作成する。シナリオを作成する際に指定する項目は次の三つである。

- 1) 補修工法
- 2) 工法実施閾値（補修工法を実施する健全度）
- 3) ループ（選択した補修工法を繰り返す）

試算結果については橋梁諸元と各径間の健全度および補修費累計をプロットする。図-3 に示す試算結果表示画面から試算結果を印刷もしくは外部ファイルに保存することもできる。

(2) 予算制約下での複数橋梁 LCC 検討

個別橋梁 LCC 検討機能により、最適な補修シナリオを選定後、予算制約下での健全度・補修費を試算することができる。試算条件の設定としては予算制約額および適用補修シナリオ以外に、利用形態や迂回路の有無、第三者被害の有無等を考慮して補修順序の調整が可能である。図-4 に年間予算 3 億円の試算結果を示す。

4. まとめ

単一橋梁において複数の補修シナリオの LCC 試算結果を同時表示するため、LCC を最小にする補修シナリオの選定が容易となった。また予算や迂回路の有無等の補修順序を決める要素を考慮した橋梁群における健全度・補修費の推移も推定可能となった。

5. 今後の展開・課題

本システムは補修シナリオの設定次第で塩害に限らず橋梁群の補修計画を算定する基礎資料の作成に活用可能である。予算制約下での複数橋梁 LCC 検討機能については、入力画面を作成しておらず（設定ファイルを直接入力・編集）、試算結果についても表形式で出力するため、システムの操作性および結果の可視性を今後向上する必要がある。

【参考文献】1) 道路アセットマネジメントハンドブック 平成 20 年 11 月（財）道路保全技術センター

【参考文献】2) 塩害橋梁維持管理マニュアル(案) 平成 20 年 4 月 橋梁塩害対策検討委員会

図-2 補修シナリオ設定画面



図-3 LCC 試算結果

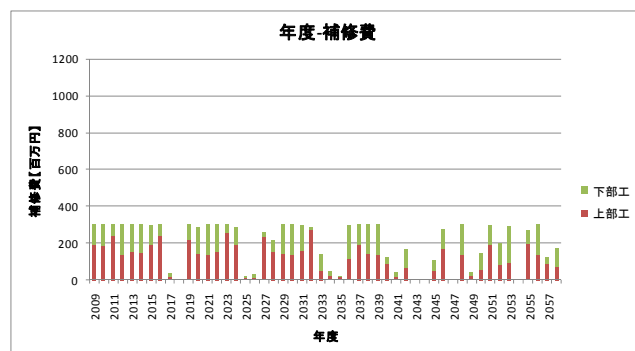


図-4 年間予算 3 億時の試算結果