

橋梁アセットマネジメントシステム普及促進を目的とした機能改善の提案

名古屋大学大学院 学生会員 ○宮田 将門
高知工科大学大学院 正会員 那須 清吾

1. 目的

国・地方公共団体は厳しい財政状況にある中、橋梁アセットマネジメントシステム= Bridge Management System (以下 BMS) の導入による新たな維持・管理手法が注目されている。高知県内では高知県庁および国土交通省土佐国道事務所が使用する異なる 2 つの BMS が存在するが、シミュレーションの実行とその結果を参考とした維持管理は行われておらず、BMS は十分な運用に至っていない状況である。本稿では BMS が十分に運用されていない理由・問題点を明らかにし、その理由や問題点を克服するため、BMS の基本機能を改善し、運用レベルを目指したシステムの基本構造を提案する。

2. 既存 BMS の問題点と機能改善案

国交省 BMS が次回の補修の費用算出という機能を重要視し運用していることから、本研究では、県庁 BMS を対象に機能改善の提案を行うこととする。まず、橋梁の劣化予測を行い、現状の劣化状態を把握する。その後、劣化状態にふさわしい複数または同様の工法を組み合わせ、橋梁の維持管理におけるシナリオを複数製作する。従来県庁 BMS ではこのシナリオの存在が無く、予防保全、事後保全につきそれぞれ工法が 1 つのみ選択でき、供用期間中は同じ工法の繰り返しのみであった。またこのシナリオをもとに橋梁の劣化、特に本研究では塩害による劣化がどの様に進行するかを既存の研究及び一部仮定となるが予測を行う。シナリオが異なることで、劣化状況にも差異が出ることが期待される。それと共に、補修工法ごとの費用算出およびライフサイクルコスト解析(以下、LCCA)を行い、供用期間内でどのシナリオを選択することで最も LCC が最小になるかを判断する。また、予算制限がある中では、複数の橋梁を同時期に全てを補修することは不可能である。そのため、補修の優先順位をつけることが必要である。優先順位の設定に関しては各橋梁の最小 LCC 算出結果を基に、全ての橋梁が供用を続けることが可能な状態で維持管理をするということを前提に、橋梁群として見た場合に最も全体 LCC が最小となることで自ずと優先順位が決定できると考えられる。

3. 橋梁の劣化予測

四国内において、塩害の影響があると思われる海岸沿いの RC-T 桁橋梁である穴内、安芸市 2 号、栗の浦、江の川、須川の 5 橋を選定し、それらに対し塩害劣化シミュレーション及び LCCA を行うこととする。以下に、架設年から 50 年間の塩化物イオン濃度の劣化予測図をそれぞれ示す。劣化予測には、Fick の第 2 法則および鋼材の体積減少率を用い、潜伏期、進展期、加速期、劣化期の予測を行った。

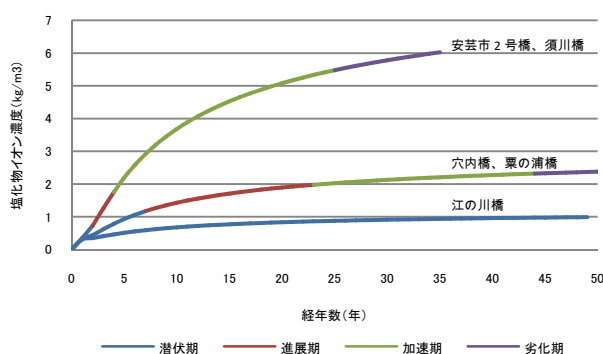


表-1 劣化進行過程期間と劣化期に入るまでの年数

橋梁名	劣化進行過程期間	劣化期に入るまでの年数(年)
安芸市 2 号橋	加速期	2
穴内橋	加速期	9
栗の浦橋	加速期	9
江の川橋	潜伏期	-
須川橋	加速期	2

図-1 塩化物イオン濃度予測

キーワード BMS, LCC, リニューアル(維持管理・補修・補強・更新), コスト管理, 塩害

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院 miyata@urban.env.nagoya-u.ac.jp

4. 個別および橋梁群としての LCC 最小化の維持修繕計画

江の川橋に関しては、進展期等への移行があるのであれば、予防保全の対象であると考えられるべきであるが、供用期間中は潜伏期のままである。よって、江の川橋に関しては供用期間中補修を行わないものとする。それ以外の橋梁に対しては事後保全を適用すべきであるため、適用可能な補修工法の組み合わせを全て挙げた上で、最小 LCC を求める。また、LCCA により、次ステージにおける各橋梁の維持修繕費も把握できる。現ステージでの維持修繕計画の合計費用は、7,915 万円となった。次ステージでの費用は 10,033 万円となり、現ステージでの補修が最も望ましい結果となった。今回対象とした橋梁は残り供用期間が 60 年と長いために今後も供用を行う必要があるため、費用は次ステージに行くとは高くなったが、仮に供用年数が 10 年など短い場合には次ステージ以降での修繕計画が安くなる可能性もあり、そのような場合には現ステージでは放置することも考えられる。

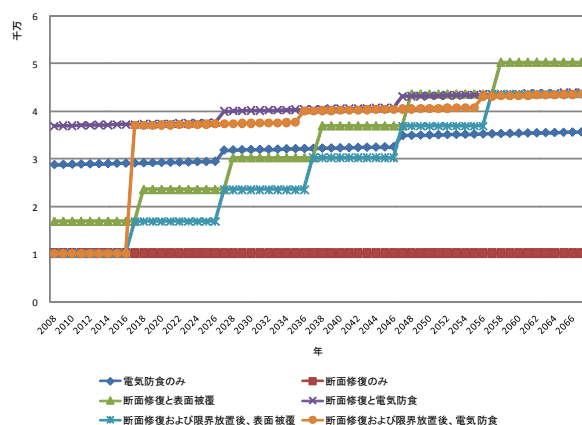


図-2 穴内橋へ適用可能な補修工法の LCC

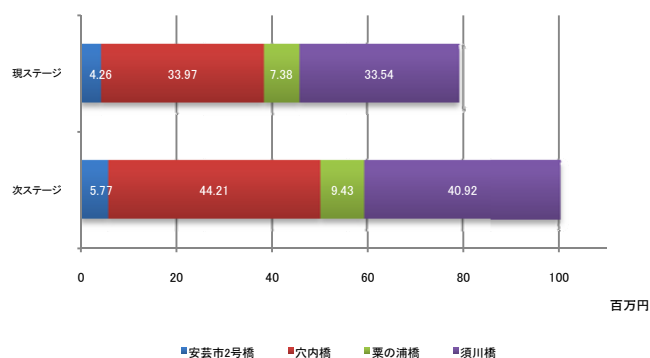


図-3 現ステージと次ステージの維持修繕費用

5. 予算制約下における補修優先順位

維持管理を実際に行う上では予算に上限があることから、全ての補修を同時に行うことは不可能であると考えられる。つまり、現ステージ猶予期間内には全てが実施可能で無い場合を考慮する必要が出てくると同時に、どの橋梁を優先的に（猶予期間内に）実施し、どの橋梁を次ステージ移行で実施するかを検討し優先順位を設定する必要がある。優先順位の決定要因としては予算制約下において、4 橋の維持修繕に関わる総費用が最小である状態をつくり出すことが可能な順位を決めることで、どの橋梁を現ステージで行い、それ以外を次ステージで行うかを決定することができる。

$$\sum_{i=1}^4 L_j^i$$

L_j^i : 橋梁 i における j 期の LCC 最小化修繕計画
 j : 各劣化ステージ（潜伏，進展，加速，劣化）

今回は 1 年で 4 橋のための維持修繕費が一千万円と仮定し、積み立てを可能と仮定しシミュレーションを行う。4 橋における順序の組み合わせは 24 通りである。その 24 通り全てを仮に現ステージの猶予期間内、予算で行うことができる組み合わせは限られてくることが分かる。また、一千万円では全ての橋梁を現ステージ内で行うことができないことも分かる。最も総費用が低くなるための優先順位は 6 種類となり、総費用は、86,533,614 円となる。これは現ステージで全て実施可能な場合に 7,379,730 円の出資が必要となる。

6. 結論

RC 橋の塩害における、物理的な劣化予測を行い現在の橋梁の劣化状態を示し、補修工法ごとに耐用年数および補修後の劣化過程を設定することによって、従来の国交省および高知県版の BMS には存在しなかった LCCA を行い、個々の橋梁に対して最小 LCC を算出することができた。また予算制約下において総費用が最小となるような維持修繕の優先順位を示すことが可能となった。

参考文献

- ・土木学会：コンクリートライブラリー107 電気化学的防食工法設計施工指針（案），2001
- ・（財）海洋架橋・橋梁調査会：道路橋マネジメントの手引き，2004