

小規模橋梁維持管理スキームへの性能変化早期検知手法の活用効果

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○伊藤 均, 法政大学 正会員 溝渕 利明
八千代エンジニアリング株式会社 正会員 水津 紀陽, 正会員 鶴飼 昌寛, 非会員 吉川 明宏

1. 背景

日本国内では、費用、時間の不足が橋梁維持管理を行う上での問題であり、特に日本国内の大多数の橋梁を管理している市町村において喫緊の課題となっている。その中でも、劣化進行が速い塩害劣化を受けるコンクリート橋のような、対策により必要な費用、時間の差が生じる橋梁や、橋梁数の約 90%を占める損傷程度の小さい（健全性 I, II）橋梁にかかわる費用、時間の削減が主要な課題と考える¹⁾。

そこで、筆者らは塩害環境下にある市町村管理の小規模コンクリート道路橋を対象に、性能変化を早期段階（コンクリート表面に変状が生じていない潜伏期及び進展期の段階など）から、継続して検知するよう、簡易な調査・評価手法の開発および、活用（橋梁維持管理スキームへの導入）について報告を行っており²⁾、本論文では、さらに、活用効果例を示す。

2. 事後維持管理と予防維持管理³⁾

コンクリート構造物の維持管理では、予防保全型維持管理の重要性が広く認識されている。予防保全型維持管理では、定期点検の結果「まだ変状が生じていない」あるいは「軽微な変状が生じている」場合において、将来的に劣化が顕在化すると判断される場合、予防保全対策が必要と判断される。この予防保全型維持管理は、塩害環境下にある構造物において事後保全型維持管理よりも優位である（LCC：ライフサイクルコストが小さくなる）ことが示されている。しかしながら、予防保全型維持管理は劣化顕在化からの詳細調査やモニタリングが必要であるとともに、高精度な劣化予測が要求されるなど、特に市町村においては、導入にあたっての課題を有している。

3. 性能変化早期検知手法の導入

前述課題の解決を目的とし、「既設コンクリート構造物予防保全委員会報告書（以下、報告書）³⁾」で示されている劣化速度小の構造物において、竣工後 5

年、10 年時点で予防保全対策（詳細調査、表面被覆）を行うことを想定し、性能変化等を試算した。試算における構造諸元、環境条件、算出式等は報告書と同様とし、塩化物イオン量の変化は差分法により算出した⁴⁾。予防保全型維持管理、事後保全型維持管理でのライフサイクルにおける最外縁鉄筋位置での塩化物イオン量、鉄筋断面減少率を図-1、2 に示す。

竣工後 5 年で対策を行う予防保全型維持管理では、最外縁鉄筋に腐食を生じないが、竣工後 10 年で対策を行った場合は 65 年時点で剥離・剥落が生じる予測となった。一方、事後保全型維持管理の場合は 38 年時点で剥離・剥落が生じる予測となった。表面被覆の再補修費用を含む 100 年間の LCC を算出した結果を図-3 に示す。結果、竣工後 5 年で予防保全対策を行うケースが最も優位となる。しかしながら、市町村が管理する橋梁において竣工後 5 年で詳細調査を実

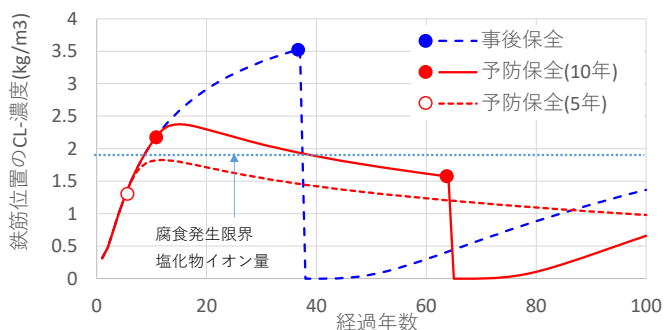


図-1 ライフサイクルにおける塩化物イオン量(1)

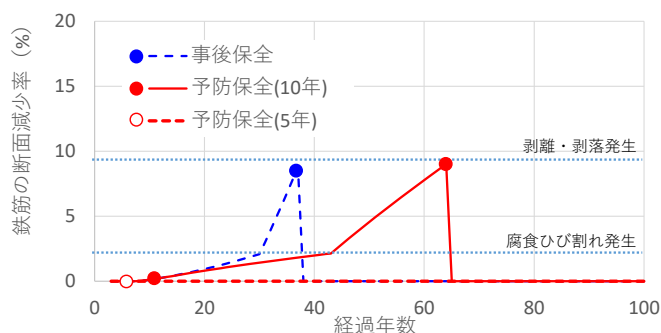


図-2 ライフサイクルにおける鉄筋断面減少率(1)

※図 1～6 中の○, ●は再補修を除く対策実施時点を示す

キーワード 維持管理スキーム, 性能変化早期検知, 予防保全型維持管理, 観察維持管理, モニタリング

連絡先 〒460-0004 愛知県名古屋市中区新栄町 2-9 八千代エンジニアリング(株)

TEL. 052-950-2648 E-mail: ht-ito@yachiyo-eng.co.jp

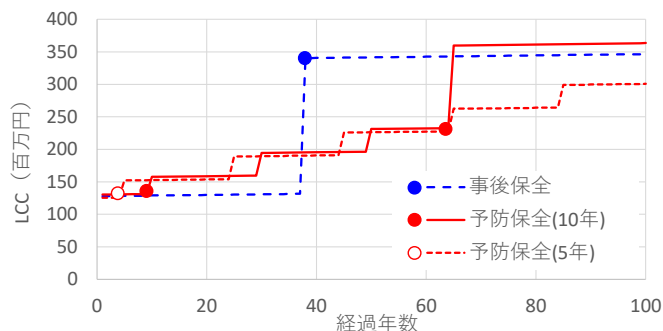


図-3 ライフサイクルコスト(1)

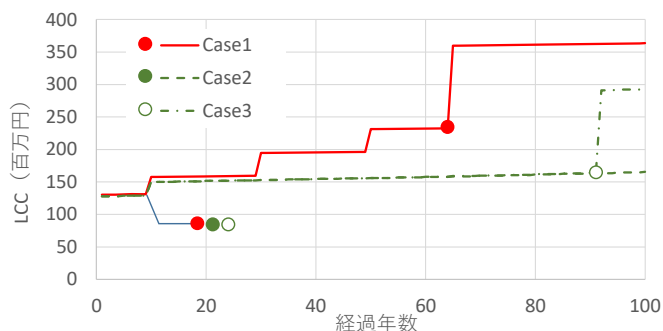


図-6 ライフサイクルコスト(2)

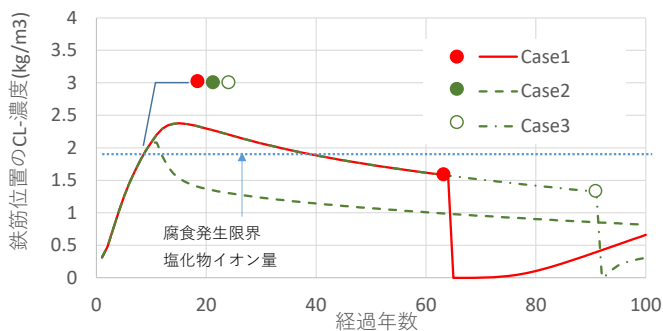


図-4 ライフサイクルにおける塩化物イオン量(2)

施するのは困難であると考えられることから、筆者らは、提案する性能変化を早期検知する簡易な調査・評価手法（手法1：電磁波レーダおよび蛍光 X 線装置を併用した手法、手法2：赤外線によるコンクリート内部鉄筋の腐食状況推定手法、手法3：打音による手法）の適用が有用であると考えた³⁾。

4. 性能変化早期検知手法の有効性

前述の手法1を橋梁定期点検時に適用することで、市町村が管理する橋梁においても、竣工後5年時点での塩害劣化進行の把握が可能となり、図-1における「予防保全（5年）」が適用可能となる。また、劣化進行に伴う性能変化を早期検知することの有効性は図-1における予防保全（5年）と予防保全（10年）の差より明らかであるが、予防保全対策実施後の経過観察でも有効となると考えた。

塩害劣化の進行は劣化予測を行った時点での予測通りには必ずしも進行しないと考えられることから、図1～3の「予防保全（10年）」をCase1とし、予防保全対策時に構造物表面付近の塩化物イオンも除去されたと想定したケース（Case2）、鋼材腐食進行をCase1の75%としたケース（Case3）について、ライフサイクルにおける塩化物イオン量、鉄筋断面減少率、LCCを試算した結果を、それぞれ図-4～6に示す。なお、Case1では実施した予防保全対策の効果を維持するための再補修を行う計画であるが、

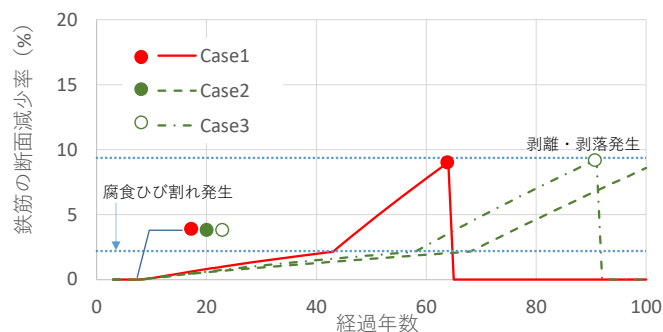


図-5 ライフサイクルにおける鉄筋断面減少率(2)

Case2, Case3ではその代替として、橋梁定期点検時に手法1～3を適用することとし、橋梁定期点検費用を2倍とした。

Case2では、手法1の活用で塩化物イオン量を把握し、鉄筋の断面減少率をモニタリングすることで、また、Case3では手法1に加え、鋼材腐食ひび割れ発生前より手法2, 3により鋼材腐食発生をモニタリングすることで観察維持管理とし、LCCを低減することが期待できる。さらに、本結果を利用すれば、橋梁定期点検では健全性が同一評価となる橋梁についても性能の差が定量的に示されることになるため、性能差をもとにした修繕対象橋梁数の低減や、修繕時期の最適化についても期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路メンテナンス年報，2020
- 2) 伊藤均，溝渕利明：小規模橋梁維持管理スキームへの性能変化早期検知手法の導入，土木学会第77回年次学術講演会，VI-391, 2022.
- 3) 日本コンクリート工学会：既設コンクリート構造物予防保全委員会報告書・論文集，pp221-239.2021.
- 4) 朝倉啓仁，田口史雄：差分法による数値解析を用いたコンクリート部材の塩分浸透解析，土木学会北海道支部論文報告集，第61号