

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

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

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となっており、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維持管理費用縮減や作業効率化が課題である。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への対応や、橋梁数の約 90%を占める損傷程度の小さい健全性 I, II の橋梁への対応が課題である^{1),2)}。

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を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・評価手法の開発を行っている。本論文では、橋梁維持管理スキームにおける効率化に資する手法として、この性能変化を早期に検知する手法の活用と、その有効性について述べる。

2. 小規模橋梁維持管理スキームの効率化

小規模橋梁は 1 橋あたり維持管理関連作業量は小さいが、橋梁数が多い。そのため、個別橋梁の維持管理作業の効率化よりも、修繕対象橋梁数の低減や、修繕時期の最適化といった、計画段階での効率化が有効と考えた。そこで、橋梁の維持管理スキームの中で、効率を考慮した維持管理計画策定に着目した。

一般に、橋梁における補修等の対策実施判断は、橋梁定期点検の診断結果である健全性に基づいて行われる。また、橋梁群の維持管理計画立案においては、**図-1** に示すような劣化曲線により健全性の推移を予測し、各橋梁の補修実施時期が予測される。しかしながら、劣化曲線は橋梁群としての健全性遷移の評価であり、橋梁群全体としての計画に有効である一方で、個別橋梁の健全性遷移を示すものではない。くわえて、橋梁定期点検では、加速期以降の顕在化した損傷が評価されるため、劣化進行の早期段階（潜伏期、

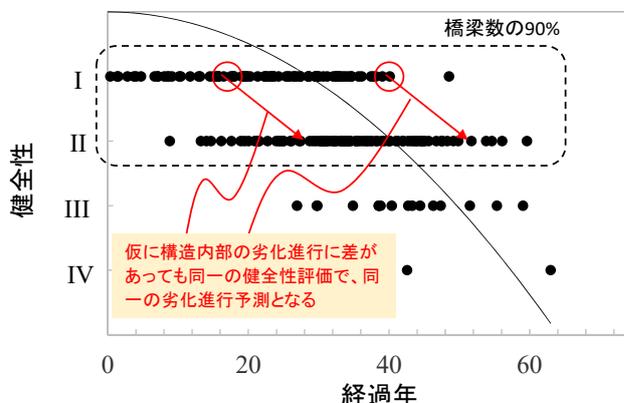


図-1 劣化曲線の例

進展期)の性能変化は評価できておらず、特に健全性 I, II の橋梁においては構造内部の劣化進行に差があっても同一評価となる。結果、劣化進行の差を評価できれば、要修繕時期に差を設けるなど、効率化の可能性のあるものの、橋梁定期点検の結果だけでは評価が難しい。

そこで、維持管理計画において効率化に資する事項として、橋梁の性能変化を劣化の早期段階から検知でき、かつ、定量的評価が可能となる手法を維持管理スキームに組み込むことを考えた。

3. 性能変化の早期検知・定量評価手法

性能変化を早期、つまり潜伏期～進展期の段階から検知でき、かつ、定量評価に活用できる手法について以降に示す。

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

この手法により、構造物全体の塩害劣化分布を把握できることを筆者らは報告している（図-2：構造物全体の塩害劣化分布評価例³⁾）。また、その手法を活用した、損傷の早期発見と劣化予測に基づく橋梁維持管理スキームの提案も行っている⁴⁾。

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

この手法により、ドライアイスによる構造物表面冷却後の放熱に伴う表面温度の上昇速度の違いから、構造内部の鉄筋腐食程度をある程度推

キーワード 維持管理スキーム、性能変化早期検知、塩害劣化面的調査、3D 劣化診断

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

定できることを筆者らは報告している⁵⁾。

手法3. 打音による手法: 損傷顕在化前の調査に一般的に用いられる打音検査に関して、打音結果にAIを活用することで、軽量なデータでも熟練技術者と同程度の精度でコンクリート欠陥が診断可能であったことが報告されている⁶⁾。

手法4. 仮想空間での現況の復元(デジタルツイン)

による損傷検知・定量化手法: RCアーチ橋を対象に、この手法を試行した結果として、構造物全体の3Dモデルと、床版下面の損傷検知状況について図-3に示す。UAV撮影を実施し、撮影結果より作成したメッシュデータにより精度良く損傷検知および数量把握できた。図では剥離・鉄筋露出の損傷検知状況を示しているが、ひび割れについても検知可能である。

4. 性能変化早期検知手法の有効性

潜伏期～進展期において手法1を、進展期～加速期において手法2, 3を適用することで、劣化進行の早期段階から、劣化、つまり性能の変化を簡易かつ定量的に捉えることができる。その結果、橋梁定期点検では健全性が同一評価となる橋梁に関しても性能の差を定量的に示すことができることから、性能差をもとにした修繕対象橋梁数の低減や、修繕時期の最適化が期待される。

また、外観に変化を生じていない健全性Iの状態でも、潜伏期～進展期に劣化が進行していれば、手法1～3はその変化を捉えることができる。つまり、劣化進行の早期段階から橋梁の差別化が可能となるため、

将来的に損傷が発生する可能性の高い箇所に注力する等、費用、労力配分の最適化についても期待できる。さらに手法4の損傷検知の自動化手法(3D劣化診断)を組合せることで、損傷発生後の維持管理に必要な労力も低減できることから、今回示した性能変化の早期検知手法を適用した維持管理スキーム構築を実施していく。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路構造物のメンテナンスの現状，2013
- 2) 国土交通省道路局：道路メンテナンス年報，2020
- 3) H.Ito, T.Mizobuchi, Safety management of salt damaged short span bridges based on distribution investigation method of deterioration factors, fib symposium, (2021)
- 4) 伊藤均，溝渕利明：劣化要因の面的調査手法による潜伏期からの塩害進行把握手法の提案，既設コンクリート構造物予防保全委員会報告書・論文集，pp273~280，(2021)
- 5) 中村美咲，伊藤均，溝渕利明：赤外線試験によるコンクリート内部鉄筋の腐食状況推定のための検討，セメント・コンクリート論文集，Vol.74，pp.251-257
- 6) 新保弘，溝渕利明，尾関智子，野嶋潤一郎：機械学習による打音検査の定量化に関する検討，第1回AI・データサイエンスシンポジウム，pp.522-529

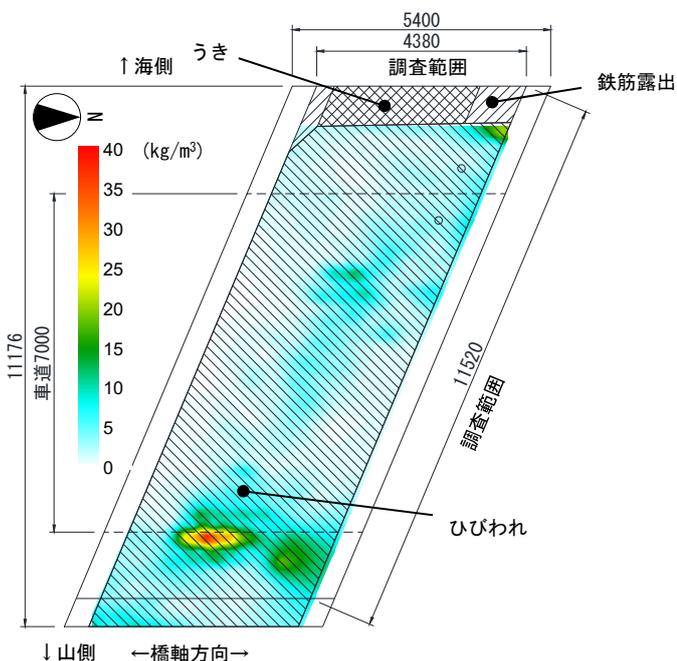


図-2 構造物全体の塩害劣化分布評価例

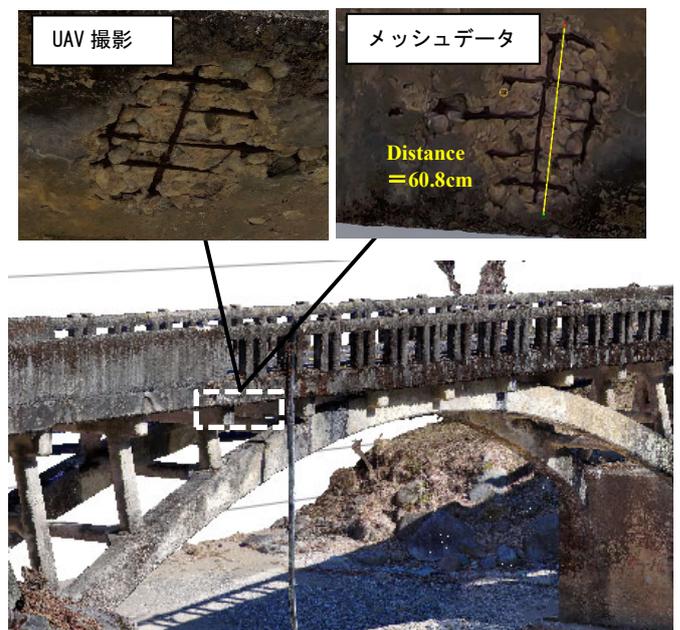


図-3 構造物全体の3Dモデル化例