

塩化物イオン量分布面的調査による橋梁維持管理の効率化に関する一提案

八千代エンジニアリング株式会社・法政大学大学院 正会員 ○伊藤 均
法政大学 正会員 溝渕 利明

1. 研究背景

道路橋定期点検要領¹⁾による橋梁定期点検では、近接目視を基本として状態の把握を行い、かつ、橋梁ごとの健全性診断を実施するが、対象とする橋梁全体をくまなく近接するため時間と費用を要する。そのため、予算等の負担を感じる道路管理者が多く存在するが、一方で橋梁の劣化状況は一様では無く、全体の劣化により安全性低下の大きい橋梁、劣化が部分的、または全体的だが劣化程度が低く安全性低下の小さい橋梁など様々である。

したがって、橋梁全体をくまなく近接目視することを一律に求めるとき、橋梁、部位によっては過剰となる場合があり得る。そのためには、たとえば塩害環境下における橋梁では塩害進行を把握することが必要であり、コア採取および化学分析による塩化物イオン量の調査を行う必要がある。しかしながら、潜伏期及び進展期、および加速期でもコンクリート表面に変状が軽微な段階では外観目視では塩害進行を把握することができないため、最適な調査実施箇所を選定することが難しいこと、コア採取は既設構造物に損傷を与えること、および化学分析を行う場合費用を要することから、継続的に調査を実施することは難しいのが現状である。

そこで、筆者らは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から継続して塩害劣化進行の把握が可能で、構造物全体を調査することが可能な手法の開発を行っている。本研究では、塩害劣化進行の分布把握が可能で、多くの費用・時間を要しない手法として、電磁波および蛍光 X 線を組み合わせた鉄筋位置での塩化物イオン量分布の面的推定方法について表-1 に示す実構造物への適用性の可能性について検討を行った結果と、その結果を活用した効率的な橋梁維持管理について提案を行う。

2. 塩化物イオン量分布面的調査

電磁波は物質内を伝搬する際、電気的性質が異なる境界において発生する反射波が異なることから、部材内部の材質の違いを推定することができる²⁾。電磁波による塩化物イオン量推定に関して、野嶋らはコンクリートの導電率を算定することでコンクリート表面から鉄筋位置までの平均塩化物イオン量を推定する推定式について示している³⁾。

一方、蛍光 X 線分析による塩化物イオン量の推定に関しては、これまで数多くの研究が行われており、その有用性が確認されている⁴⁾。小口径ドリルによる試料採取と蛍光 X 線分析を組み合わせる塩化物イオン量を推定する方法は、少量(2~5g程度)の試料での分析が可能で、測定時間も短く簡易、既設構造物に与える影響も小さいといった利点がある。

電磁波による推定結果は、構造物全体における鉄筋位置までの平均塩化物イオン量の比率分布であるため、この比率分布を、各橋梁 2 箇所を実施する蛍光 X 線分析による塩化物イオン量推定結果に適用す

表-1 対象構造物

橋梁名	A	B
建設からの経過年数	55	44
直近の橋梁定期点検年度	2016	2016
健全度	I	I
海岸線からの距離	150m	150m
構造形式	単純PCI桁橋	単純RC床版橋
支間長・幅員	8m×7.05m	5.5m×4.0m

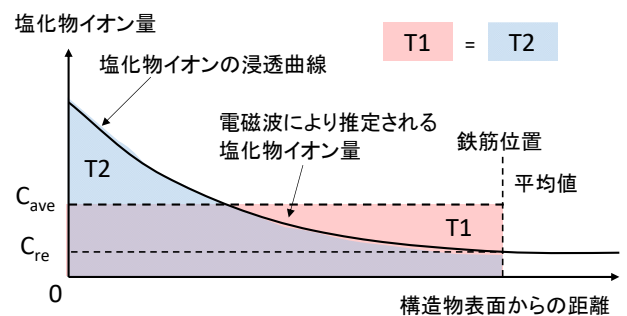


図-1 平均塩化物イオン量と浸透曲線

キーワード 塩害劣化、面的調査、蛍光 X 線、電磁波

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-9 八千代エンジニアリング(株)

TEL. 03-5822-2407 E-mail: ht-ito@yachiyo-eng.co.jp

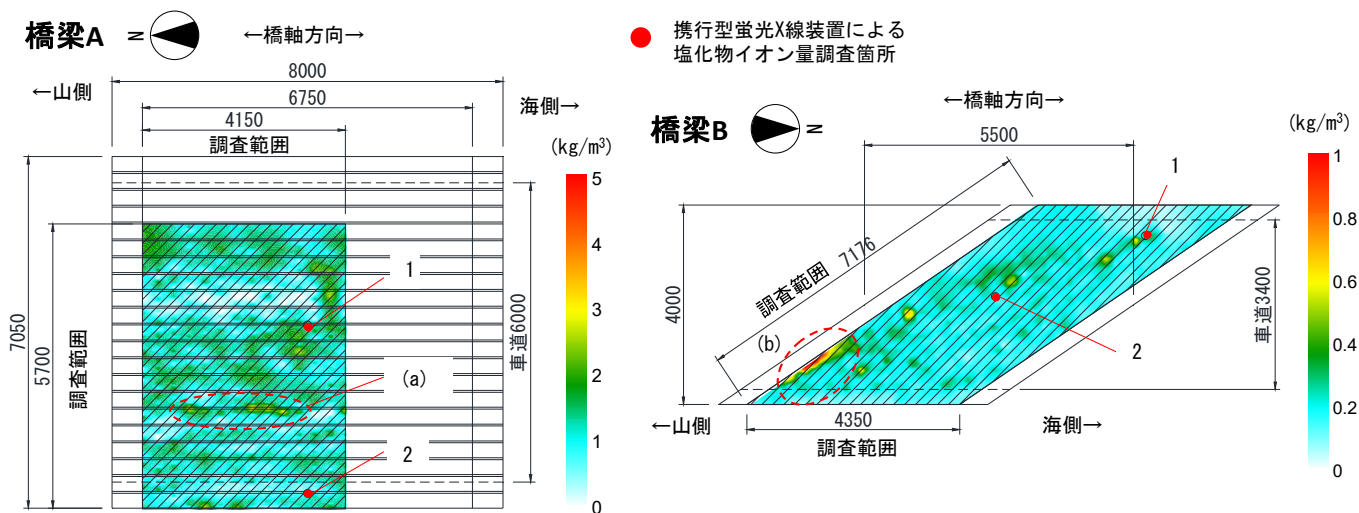


図-2 鉄筋位置における塩化物イオン量の分布の推定結果

ることで、構造物全体の平均塩化物イオン量分布を取得する。ただし、この平均塩化物イオン量は図-1に示す C_{ave} であり、鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化を考える上で重要な、鉄筋位置における塩化物イオン量 C_{re} を示すものではない。その評価のためには図-1に示す塩化物イオンの浸透曲線を考慮する必要がある。図-1における $T1$ は鉄筋位置までの塩化物イオン量(平均塩化物イオン量×深さ)であり、これは浸透曲線を深さ方向に積分した $T2$ と等価となることから、平均塩化物イオン量分布に塩化物イオンの浸透曲線を適用することで、鉄筋位置での塩化物イオン量分布を取得する。

3. 実構造物での適用および維持管理の効率化

橋梁定期点検の結果、健全度 I と判定された橋梁 A, B の構造物全体について、鉄筋位置における塩化物イオン量の分布を推定した結果を図-2に示す。橋梁 A, B とも海岸線からの距離が 150m であり、塩害の影響が懸念されたものの、塩害によると推定される変状がなく、外観目視により塩害の進行状況は評価できなかった。橋梁 A, B の調査に要した時間は準備時間を除き、1橋あたり1時間程度であった。

今回実施した調査により、従来手法では、調査を実施した、構造物のある点での塩害劣化進行把握であったのに対し、構造物全体、つまり面での塩害劣化進行状況を把握することができた。

橋梁 A, B とも全体的に平均塩化物イオン量は低い分布であるが、一部で高い値を示している(図中(a), 図中(b)) ことを確認することができた。橋梁 B において部分的に塩化物イオン量が高い値となっている

部分は桁端部で、伸縮装置からの漏水の影響と考えられる。一方、橋梁 A において部分的に塩化物イオン量が高い値となっている部分は主桁間の間詰め部であり、舗装面からの漏水の影響と考えられる。したがって、橋梁点検においては塩化物イオン量の高い結果となった箇所や漏水の有無に着目し、補修においては橋梁 B では伸縮装置の改良、橋梁 A では防水層施工による塩害劣化進行の抑制を行なう等、橋梁定期点検や従来手法では評価困難であった効率的な維持管理について実施可能となった。

また、今回得られた塩害に関する調査結果を用いることで、鉄筋の腐食量推定が可能となり、曲げ耐力、つまり構造安全性を評価できる可能性があり、今後の検討事項である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，2014。
- 2) 吉村明彦ほか，コンクリート構造物の診断のための非破壊試験方法研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，pp.132-142(2001)
- 3) 野嶋潤一郎，池田大樹，内田真未，溝渕利明：電磁波による塩化物イオン量推定手法を用いた塩害の劣化進行予測に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1(2013)
- 4) 東田典雅，大澤正三，細矢淳：蛍光 X 線分析装置を用いた塩化物イオン量の測定について，土木学会第 65 回年次学術講演会，VI-168，pp335~336(2010)