

令和 2 年 4 月 24 日

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金

受託者 三菱 UFJ 信託銀行株式会社 御中

研究概要書

研究課題： コンクリート橋梁の劣化懸念箇所の 2 次元イメージング手法による耐災害性能評価システムの構築

研究代表者：香川大学創造工学部 准教授 岡崎慎一郎

1. 研究背景と目的

コンクリート橋梁は、塩害劣化により耐災害性能が低下し、災害時に致命的な損傷を受け事故に至る可能性がある。事故に至る前に、塩害による鉄筋腐食等の劣化を事前に予測し、維持管理計画の策定に役立てることが重要となる。したがって、維持管理ではコンクリート構造物の表層の塩化物イオンの付着量を計測し、鉄筋が腐食し進行する速度を予測し、地震時等における耐災害性能を評価するシステムが必要であると考えられる。ここで、申請者を含む香川大学の研究チームは近赤外分光法に基づいた、ポータブルでかつ、2 次元イメージング可能な塩化物イオン濃度分布計測システムを開発した。この技術により、コンクリート構造物表面に付着した飛来塩分や、凍結防止剤を瞬時に、2 次元にイメージングすることが可能となり、コンクリート橋梁を効果的かつ効率的に維持管理することが期待できる。本研究では、本計測システムを用いて、コンクリート製の高速道路橋梁の表面における塩化物イオン濃度を計測したときの問題点を洗い出し、現場計測の適用性の検証をはかるとともに、塩害劣化予測システムと塩害劣化による構造的な性能低下モデルを構築し、組み合わせることで、表面塩化物の計測結果から塩害劣化と構造的な性能低下を予測し、耐災害性能を評価できるシステムを構築する。本システムの全容を図 1 に示す。

2. 近赤外分光イメージングシステムの構築と現場適用性の検討

現行の計測システムは室内試験でのみ適用性検証されたものであった。本研究では、現場適用性を検討した。結像型二次元フーリエ分光法技術を用いた小型で除震不要な分光器を用いて、現場での計測を想定し、太陽光の影響を考慮したフィルタを提案した（図 2）。また、試験体を用いて検量線を作成し、塩化物イオン濃度の二次元イメージングが、短時間で精度よく行えることを確認した（図 3）。また、屋外の測定でも問題なく塩化物イオン濃度の二次元イメージングが可能であることを確認した（図 4）。

コンクリート橋梁の劣化懸念箇所の 2 次元イメージング手法による耐災害性能評価システム

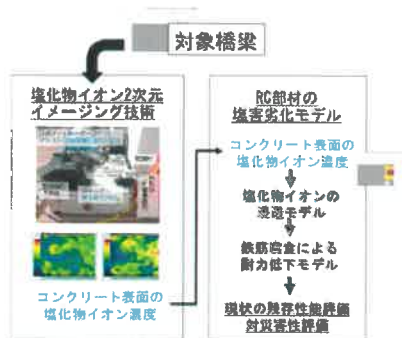


図 1 システムの全容

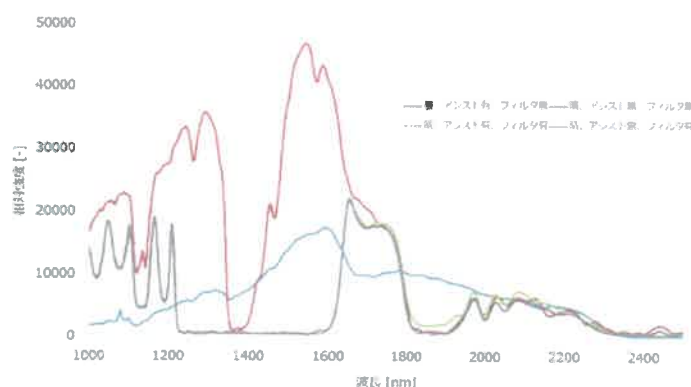


図 2 アシスト光源とフィルタの影響

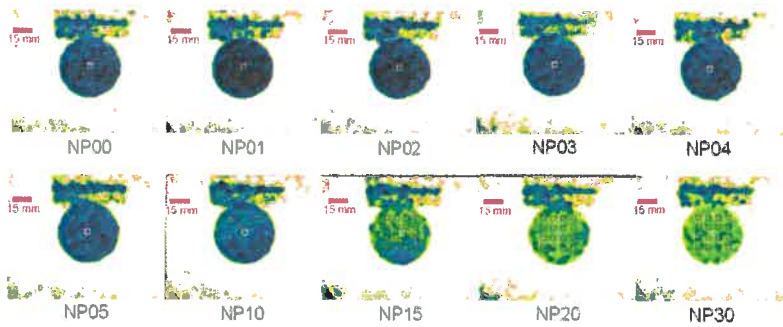


図3 塩化物混和試験体のイメージング結果

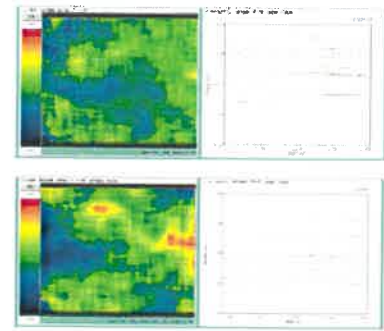


図4 屋外計測結果(上-塩害無し, 下-塩害有り)

3. 鉄筋コンクリート部材の塩害劣化モデル

近赤外分光システムにより得られた表面塩化物イオン濃度を入力値とした、鉄筋コンクリート部材の塩害劣化モデルを構築した。鉄筋腐食を考慮した鉄筋コンクリート部材の降伏耐力、終局耐力および靱性低下モデルと、塩害の進行を潜伏期、進展期、加速器および劣化期に分け、進展期以降の鉄筋腐食速度について機械学習を用いた回帰モデルを連成させた塩害劣化モデルを新たに構築した。また、耐力と靱性の両者を統一的に評価できる等価耐力を提案し、図5および図6に示す高速道路橋の橋脚を例に劣化モデルの適用を行った。鉄筋断面減少の推移を図7に、等価耐力の時刻歴変化を図8に示す。

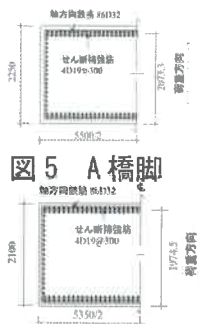


図5 A橋脚

図6 B橋脚

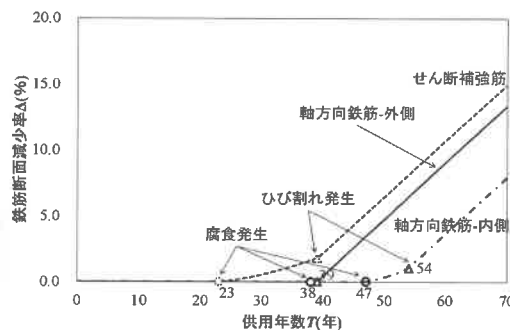


図7 鉄筋の断面減少 (A橋脚)

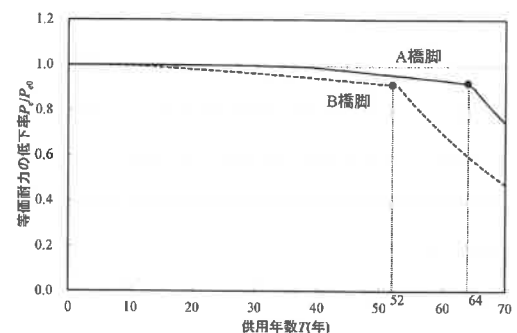


図8 等価耐力の時刻歴評価

4. 耐災害性能評価システムの構築と現場適用性の検討

図1に示すシステムを構築した。これは近赤外分光システムで表面塩化物濃度を計測すると、対象部材の最大値から、事前に入力したかぶり厚さ、コンクリートのW/C、供用年数の情報から構造物の残存耐力を算定するものである。本システムの適用性を塩害環境化にある高速道路橋3橋計9か所を対象に計測を実施した。A橋上り線橋脚での計測の様子を写真1に示す。計測箇所には影があるか、曇りの状況ではフィルタが無くとも十分高精度のスペクトルが計測できることを確認した。一方で本計測では、写真に示す箇所を測定したが、塩化物イオンを検出できなかった。ここでドリル削孔粉による塩化物濃度の計測結果により、表層付近ではいずれも 1kg/m^3 程度であり、本システムでは検出限界でなかったと考えられる。また、塩害劣化評価システムでは耐力低下は生じないと判定された。



写真1 現場計測の様子

5. 結論

コンクリート橋梁の塩化物イオン濃度の2次元イメージング手法とRCの塩害劣化モデルを組み合わせた耐災害性能評価システムを構築した。今後も継続して現場での適用性を検討し、実用化を目指したい。