

海上部の高橋脚における近赤外線分光法を用いた塩化物イオン量の推定

本州四国連絡高速道路(株) 正会員 貴志 友基
 本州四国連絡高速道路(株) 箕戸 喜一
 本州四国連絡高速道路(株) 長尾 幸雄

1. はじめに

飛来塩分による塩害環境が厳しい海上部に位置する高橋脚において、鉄筋の腐食に伴うコンクリートの浮きなどの変状が発生しており、第三者被害が懸念されることから、劣化したコンクリートを断面修復工法で補修し、表面処理を併用した剥落防止対策を実施している。ここで断面修復範囲を選定するにあたり、広範囲に内在塩分量を確認する必要があるため、比較的簡単に短時間で測定可能な近赤外線分光法により塩化物イオン量の分布を推定し、断面修復範囲の選定に有効であることを確認したので報告する。



写真-1 調査橋脚全景

2. 補修方針

剥落防止対策を行うにあたり、事前に実施した電位差滴定法による調査で、コンクリート中の塩化物イオン量が 2.5kg/m^3 を超える箇所が確認された。また鉄筋目視調査で写真-2のように鉄筋の腐食も確認されたため、コンクリートに内在する塩分を除去し、断面修復工法で補修する方法を選定した。その断面修復範囲を選定するために、広範囲に内在塩分量を確認する必要があるため、比較的簡単に短時間で測定可能な近赤外線分光法により塩化物イオン量の分布を推定することとした。



写真-2 鉄筋の腐食状況

3. 調査概要

近赤外線分光法とは、測定対象に近赤外線(波長がおよそ $0.7 \sim 2.5\mu\text{m}$ の電磁波)を照射し、吸光度(光の吸収された度合い)の変化によって成分を算出する検査方法で、幅広い分野で用いられている。コンクリートの塩化物イオン量の測定にも応用され、新技術としてNETISにも登録されている¹⁾。

調査の実施にあたり、電位差滴定法で調査した箇所近傍で再度ドリル削孔を行い、段階的に深さ 20mm、40mm、80mm、100mm で吸光度を測定し、電位差滴定法の結果をもとに重回帰分析によるキャリブレーションを行った。キャリブレーションの結果、図-2の検量線を作成したグラフから、推定誤差(残差)の平均値は 0.3kg/m^3 程度で相関係数 R^2 は 0.93 であり、ほどよい相関を示している。

実橋での測定は中性化の影響を避けるため、コンクリート表面から深さ 30mm の一定深さまで削孔し、橋脚表面を一定間隔で面的に測定した。1孔あたり9点吸光度測定を行い、骨材測定データを排除した平均値を用いて塩化物イオン量を算定した。

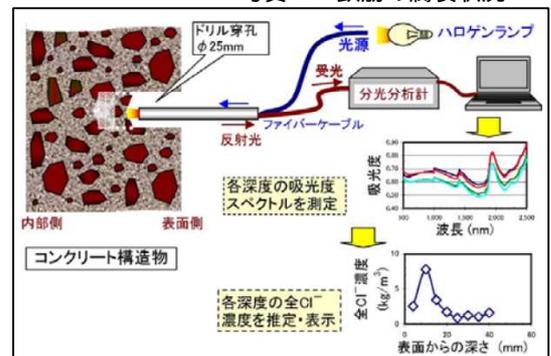


図-1 近赤外線分光法の調査イメージ¹⁾

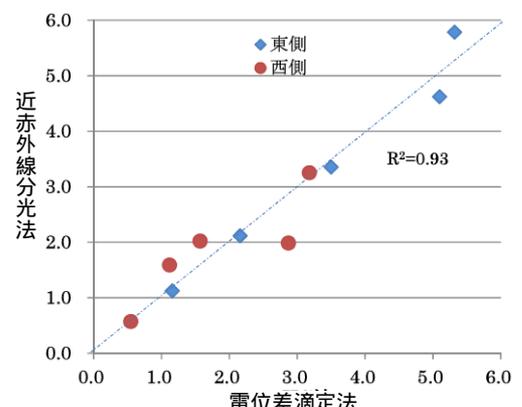


図-2 塩化物イオン量の検量線 (kg/m^3)

キーワード 近赤外線分光法, 飛来塩分, 塩害, 断面修復工法, 剥落防止対策

連絡先 〒772-0053 徳島県鳴門市鳴門町土佐泊浦字大毛 18 TEL 088-687-2166

4. 調査結果と塩化物イオンの拡散予測

事前に実施した電位差滴定法の結果と近赤外線分光法の測定結果より、表面から 30mm の位置における塩化物イオン量の分布状況を図化した。図-3 にその一例を示す。

これらの結果をもとに、フィックの第2法則を用いて塩化物イオン量の拡散予測を行った。その結果、西側下段においては表面から 30mm の位置における塩化物イオン量が 3.2 kg/m³ 未満であれば表面被覆を施すことで、6.0 kg/m³ 程度までであれば深さ 5cm まで断面修復した上で表面被覆を施せば、徐々にコンクリート中の塩分は内部拡散し、将来的には鉄筋位置で腐食発生限界(1.2kg/m³)程度まで減少すると確認できた。拡散予測結果の一例を図-4 に示す。

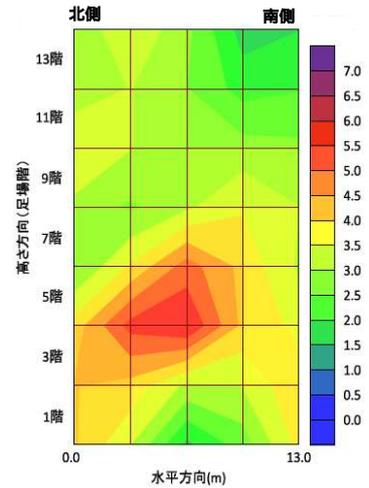


図-3 塩化物イオン量分布図【深さ 30mm 西側下段(単位: kg/m³)】

5. 断面修復範囲の選定

調査結果をもとに、表面から 30mm の位置で塩化物イオン量が 3.2 kg/m³ を超える範囲を目安に深さ 5cm の断面修復を実施することとした。

また、その他の部分では鉄筋のはつり調査で鉄筋の状況を確認しながら断面修復範囲を決定した。鉄筋の腐食状況を診断した結果、設計かぶり 61mm を確保している箇所では、鉄筋位置で 1.2 kg/m³ を超えていても供用から 30 年近く経過した現在においても鉄筋腐食の進行は見られず、健全性に影響を与えないことを確認した。

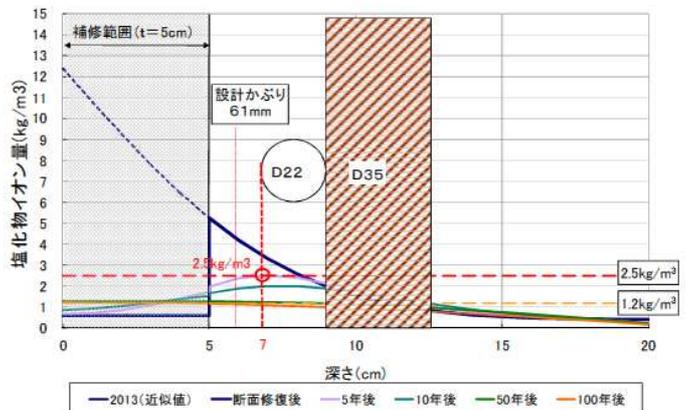


図-4 断面修復施工後の拡散予測結果

なお、鉄筋のかぶりが小さくコンクリートの浮き等

の変状があり、かつはつり調査で鉄筋の腐食が確認された箇所では、マクロセル腐食対策として犠牲陽極材(ガルバシールド)を設置した。図-5 に断面補修範囲の一例を示す。

6. おわりに

従来断面修復範囲は数少ない塩化物イオン量調査結果を参考に、はつり調査などで鉄筋の腐食状況を確認しながら実施してきた。しかし今回、広範囲に塩化物イオン量を比較的簡単に短時間で測定可能な近赤外線分光法を用いることで、塩化物イオン量の分布

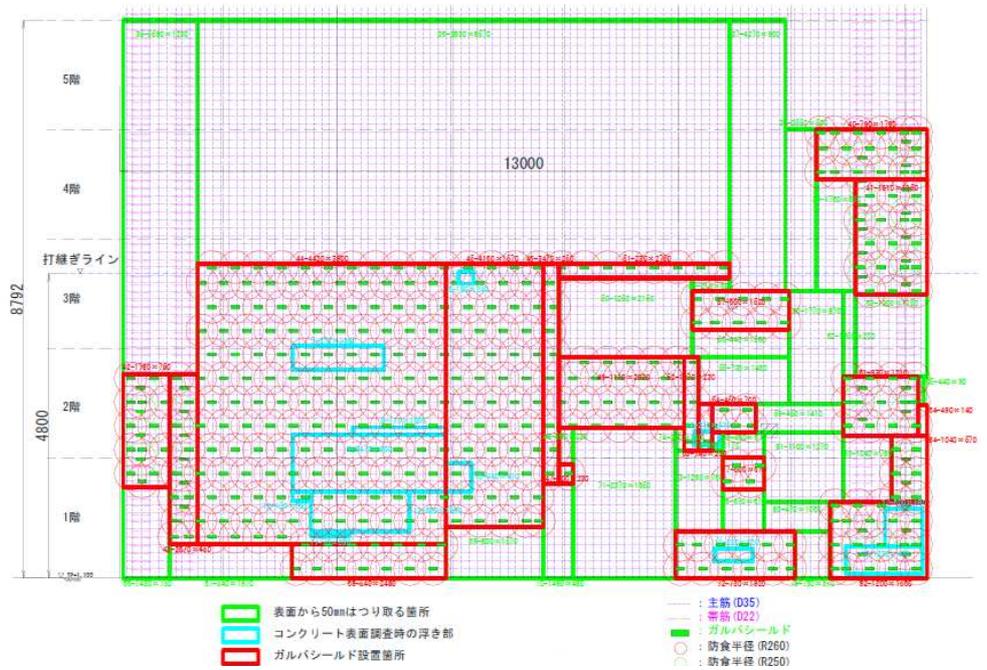


図-5 断面修復範囲図(西側下段)

を短時間に把握することができ、断面修復範囲の目安を立てる参考資料として有効であることが確認できた。

参考文献

- 1) 塩化物イオン濃度の現地測定システム：NETIS 登録、SK-090005-V、2009