

表面塩化物イオン測定による内部塩化物イオンの簡易推定について

金沢大学 学生会員 ○菊池 創太 正会員 久保 善司

西日本高速道路エンジニアリング関西 正会員 木虎 久人 正会員 柳井 喜弘 正会員 縦山 好幸

1. はじめに

スパイクタイヤの使用が禁止されて以降、凍結防止剤の散布量が増加傾向にあり、継手部からの漏水によって、橋脚や橋台などのコンクリート部材にも損傷が生じている¹⁾。凍結防止剤の影響については散布量、路面水の飛沫・流下・漏水等の状況によって大きく異なり、同一散布区間においてもその影響は複雑に変化する。そのため、凍結防止剤の影響を把握するためには、多くの調査箇所のデータの蓄積が必要となる。他方、多数の調査箇所を対象として構造物中の塩化物イオンの分析を行うことは経済的・時間的な困難を伴う。近年ではポータブル型蛍光 X 線によってコンクリート中の塩化物イオン濃度の定量評価が可能となっており、コンクリート表面の情報から鉄筋位置の状態を予測することが期待されている²⁾。

本研究では、凍結防止剤の影響を受けた実構造物に対し、著者らが調査を実施した橋脚³⁾を対象とし、新たに測定した蛍光 X 線によるコンクリート表面の塩化物イオン量と、鉄筋近傍の塩化物イオン濃度等の調査データ等を比較し、表面塩化物イオン濃度による内部塩分推定ための検討を行った。

2. 調査概要

(1) 調査対象 凍結防止剤による実構造物への塩分浸透の実態を探るため、凍結防止剤が散布されている橋梁の橋脚下部 7 基を対象に調査を行った。本橋梁は 1987 年に供用を開始し、凍結防止剤散布開始から約 20 年が経過している。橋脚には外観において漏水による変色（濡れ跡）、錆汁、ひび割れ等が認められるものもあった。

(2) 調査項目 表面水分率として、2009 年 12 月から 2013 年 11 月の間にモニタリング³⁾した表面水分率の平均（以下これを表面水分率と称す）を用いた。表面塩化物イオン濃度はポータブル型蛍光 X 線装置を

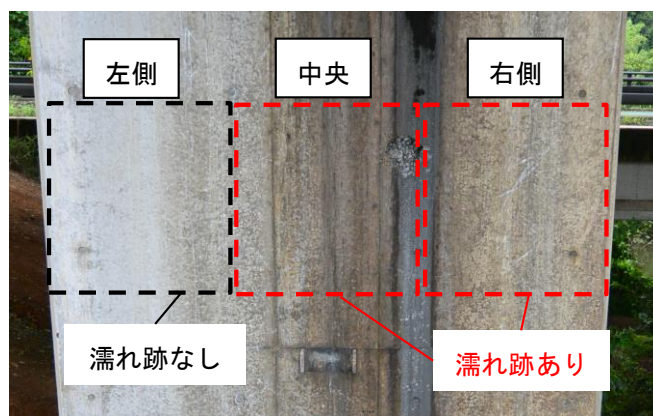
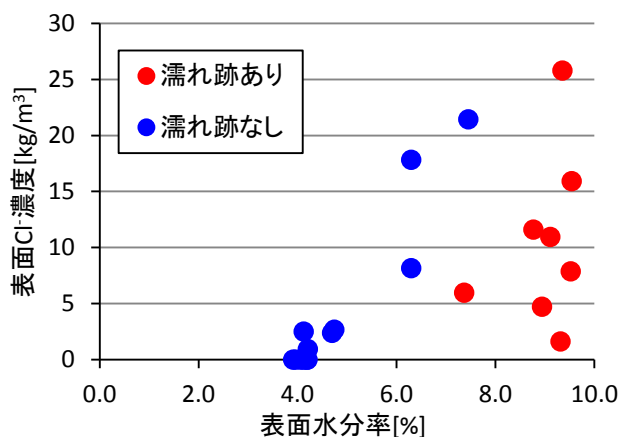


図-1 濡れ跡の判定

図-2 表面水分率と表面 Cl⁻濃度

用いて測定を行った。表面濃度調査は 2015 年 8 月に行った。また、コンクリート表面の濡れ跡（変色等）の有無を外観に基づき判定した（図-1 参照）。表面水分率および表面塩化物イオンの濃度の測定は橋脚の右側、中央、左側の 3 箇所に分けて実施した。内部の塩分濃度分布はドリル法によって試料を採取し、試料は、表面は 1cm、それ以降は 2cm ずつ採取し、塩分分析を行った³⁾。7 基の橋台から計 11 個の試料を採取した。試料採取は 2012 年 9 月に実施した。

3. 結果および考察

(1) 表面塩化物イオン濃度と表面水分率 表面水分率と表面塩化物イオン濃度の関係を図-2 に示す。表面水分率が大きいほど表面塩化物イオン濃度が高

キーワード：凍結防止剤、蛍光 X 線法、表面水分率、塩化物イオン濃度

連絡先：〒920-1192 金沢大学理工学域土木材料科学研究室 Tel. 076-264-6365

くなった。他方、表面水分率が8%付近を上回る範囲においては、表面塩化物イオン濃度の高いものから低いものまで広範囲の値を示した。

本調査は橋脚側面を対象としており、凍結防止剤を含む漏水が側面を流下することによって塩分の影響を受けるため、漏水の影響を大きく受ける箇所ほど、表面水分率は高くなるものと考えられる。そのため、表面水分率が高いものほど、表面塩化物イオン濃度が高くなったものと考えられる。しかし、8%以上のものでは低い塩化物イオン濃度のものも存在する。既往の研究では冬季以外の雨水による洗流しによって表面付近の濃度が低下することが指摘されている³⁾。すなわち、上記の表面水分率の範囲のものでは、濡れ跡（変色）を示すものがほとんどであり、他のものに比べて顕著に漏水の影響を受け、表面の塩分が洗い流された結果と考えられる。なお、測定は夏季に実施されたため、梅雨時期等を経ており、洗流しの影響を受けている可能性は高い。

(2) 表面水分率と塩化物イオン濃度(8cm) 表面水分率とかぶり深さの塩化物イオン濃度(8cm)の関係を図-3に示す。表面水分率が高いほどかぶり深さ濃度も高い傾向にある。最も大きな塩化物イオン量(8cm、図-3 中*印)のものは内在するひび割れ等の影響によるなど、漏水の大小以外の影響を受けている可能性が考えられる。それを除くと水分率と塩化物イオン量(8cm)は概ね良好な相関関係が得られた。

(3) 表面塩化物イオン濃度による推定 表面塩化物イオン濃度とかぶり深さの塩化物イオン濃度の関係を図-4に示す。いくつかの外れ値も存在するものの、それ以外のものでは表面濃度とかぶり深さの濃度は概ね良好な相関関係にあった。外れ値の多くは、濡れ跡を示すものであり、3.(1), (2)で述べたとおり、凍結防止剤散布期間外の洗流しの影響、あるいは漏水以外の影響などによって表面塩化物イオン濃度とかぶり深さの塩化物イオン量が対応しなかったものと考えられる。この原因については更なる検討を行い、原因を追求するとともに、表面塩化物イオン濃度以外の簡易な点検結果と組合わせて、内部の塩化物イオン濃度の推定精度を高める手法を確立する必要がある。また、洗流しの影響を避けるため、測定時期を凍結防止剤散布期間直後において行い、検討

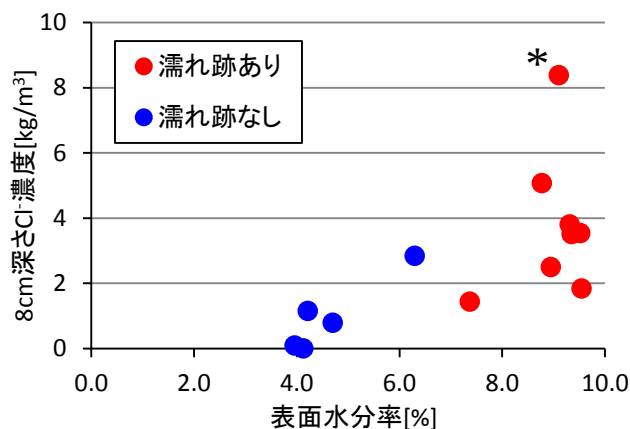


図-3 表面水分率とかぶり深さ Cl濃度

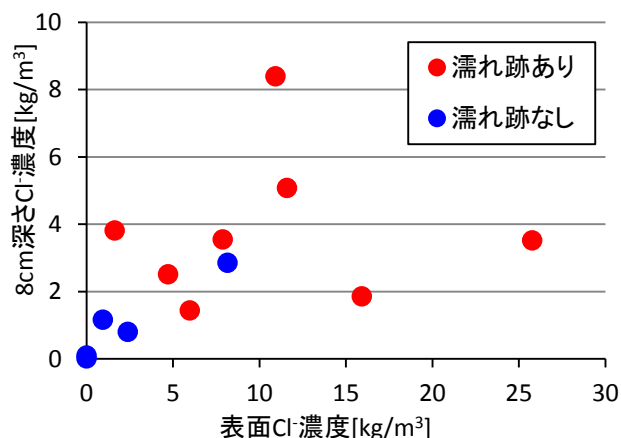


図-4 表面 Cl濃度とかぶり深さ Cl濃度

を進めることも今後の課題である。

4. まとめ

表面塩化物イオン濃度によるかぶり深さの塩化物イオン濃度の推定については、洗流し等の影響を受けるため、精度の向上のためには更なる検討が必要であるものの、他の点検項目等の補足情報を加えることで、簡易な測定による推定が可能性であることが示唆された。

参考文献

- 1) 三浦尚, 外門正直, 川村満紀, 関博, 原忠勝: 融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会報告, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.1, pp.29-38, 1999
- 2) 金田尚志, 魚本健人: 塩化物測定用ポータブル型蛍光 X 線分析装置の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.1095-1100, 2007
- 3) 矢野峻規, 久保善司, 橋爪康憲, 竈本武弘: 凍結防止剤散布下の実構造物の塩分浸透分布に基づく簡易予測手法, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.916-921, 2014