

既設 PC 橋の塩害に対する非破壊・微破壊塩分量調査手法の検討

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○佐藤 純弥
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 吉田 英二
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 櫻庭 浩樹

国立研究開発法人土木研究所 正会員 石田 雅博
 株式会社 IHI 倉田 孝男
 長岡技術科学大学 フェロー会員 下村 匠

1. はじめに

塩害に対してはコンクリート構造物の内部の塩分量を把握する必要がある。内部の塩分量を把握する手法としてコア採取などによるサンプリングが行われているが、採取位置によって塩分量が大きく異なる場合がある。そのため、構造物全体から塩分量の代表箇所を早期に見つけ、変状が生じる前に状態に応じた適切な対策につなげるには、スクリーニング的な手法が必要と考えられる。そこで、本研究では、現地で簡易的に測定が可能な非破壊・微破壊塩分量調査手法を用いた調査手法の一提案として、塩害により劣化した既設 PC 橋を対象に非破壊・微破壊調査を実施した。

2. 対象橋梁

図-1 に本調査の対象橋梁概要を示す。本橋は対策区分 S 地域の日本海沿岸に位置する。構造形式は PC 単純 T

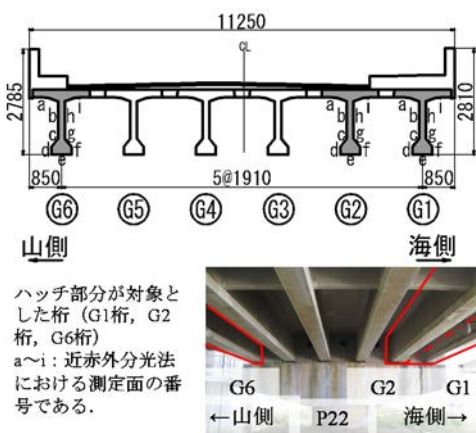


図-1 対象橋梁概要

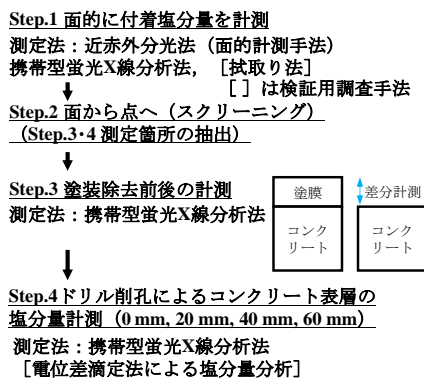


図-2 調査手順

桁橋である。塩分の付着状況の違いを確認するため、対象桁は海側に位置する G1 桁，内桁の G2 桁および山側に位置する G6 桁とした。なお、本橋は 1975 年に竣工された後、1994 年に全面塗装された。現在、本橋は通行止めになっており、新橋に架け替えられている。

3. 調査手順

調査手順を図-2 に示す。本調査で用いた近赤外分光法²⁾および携帯型蛍光 X 線分析法³⁾は、付着塩分量を現地で確認できる。この特徴を生かし、本研究では、近赤外分光法を用いて面的に計測した後、塩分量が比較的多い箇所を現地で抽出し、深さ方向の塩分量を蛍光 X 線分析法により計測した。

4. 付着塩分量の調査結果

近赤外分光法の測定結果を図-3 に示す。図-3 によれば、内桁の G2 桁の横桁付近、上フランジ，ウェブおよ

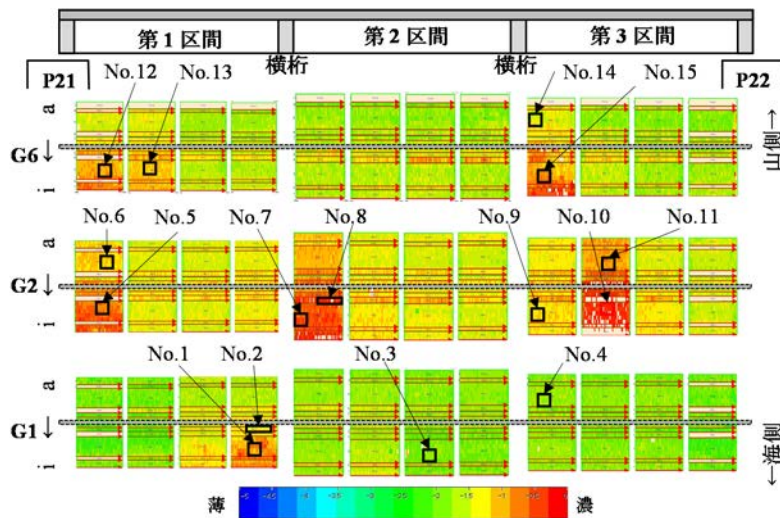


図-3 近赤外分光法による測定結果

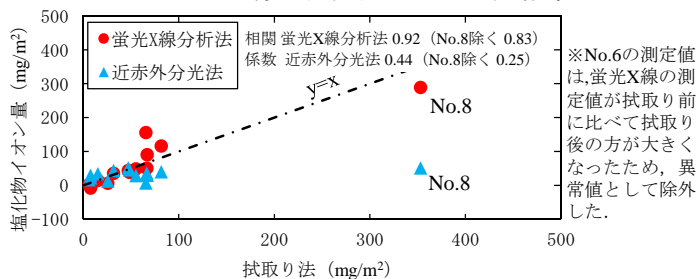


図-4 表面塩分測定値の相関関係

キーワード 予防保全，非破壊・微破壊調査手法，実橋調査，塩害

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 TEL 029-879-6773

び下フランジテーパ部への付着塩分量が多い傾向にあった。この調査結果をもとに付着塩分量が多かった G2 桁から 7 箇所、G1 および G6 桁から 4 箇所の計 15 箇所を抽出した (図-3 の黒枠)。図-4 に近赤外線分光分析および蛍光 X 線分析法測定値に対して検量線を用いて換算した分析値と拭取り法による分析値の関係を示す。なお、検量線は No.6 を異常値として除外し拭取り法による計測値を正として作成した。図-4 より、拭取り法の分析値に対し蛍光 X 線の分析値は正の相関関係にあり、概ね一致する傾向にある。ただし、他の測定箇所比べて明らかに大きい No.8 の分析値を除外した場合には、相関係数が低下する傾向がみられたため、今後更なるデータの蓄積と精査が必要となる。

5. コンクリート内部の塩分量の調査結果

各測定深さでの塩分量分析値と蛍光 X 線分析法による分析値の関係を図-5 に示す。いずれの深さにおいても塩分量分析結果に対し蛍光 X 線の分析値が正の相関にあり、概ね一致する傾向であった。なお、図中に示す拡散ありとは、塗装除去後の表面塩分量に比べて内部の塩分量が大きい状態を指す。図-6 にコンクリート表層の塩分量分布の一例を示す。拡散ありを示す箇所は 15 箇所中 9 箇所確認された。本橋は竣工後 19 年経過したときに塗装による補修を受けているため、中性化による塩分濃縮の影響は小さいと推察される。そのため 9 箇所における表層付近の塩分濃度の低下は、塗装によって塩化物イオンの供給がなくなり、既に浸透した塩分の濃度勾配によって生じた内部への拡散が要因と考えられる。なお、拡散の有無と測定位置との関係は確認できなかった。

6. 付着塩分量とコンクリート表層の塩分量の関係

塗装除去前の付着塩分量とコンクリート表層 (深さ 0 mm を含む) の塩分量の最大値の関係を図-7 に整理した。図-7 によれば、塗装除去前の付着塩分量と深さ方向の最大塩分量は内部への拡散の有無によらず正の相関にある。そのため、付着塩分量から表層の塩分量が高い箇所を推定できる可能性がある。ただし、付着塩分量が小さい場合には比較的ばらつきが大きく、内部の塩分量の最大値が大きくなる場合もある。以上の結果をもとに調査手順を図-8 に再整理した。桁全面での付着塩分量調査後、塗装除去前の付着塩分量が大きければ、測定位置では表層 0 mm または深さ方向に塩分量の最大値を有する可能性がある。また、塗装除去後、表層 0 mm における塩分量を計測した後、図-7 の相関関係よりも計測値が小さい

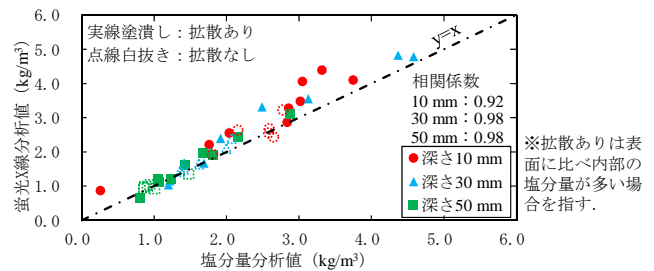


図-5 コンクリート内部の測定値の相関関係

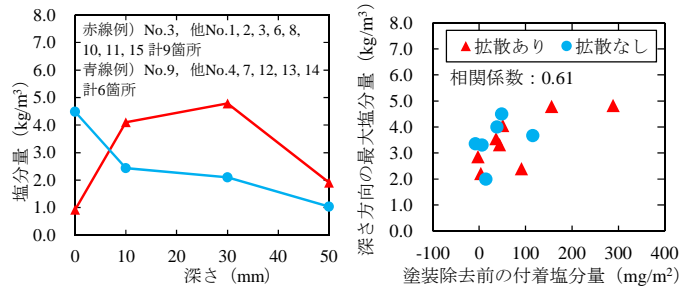


図-6 コンクリート表層の塩分量分布の一例

図-7 付着塩分量と内部塩分量の関係

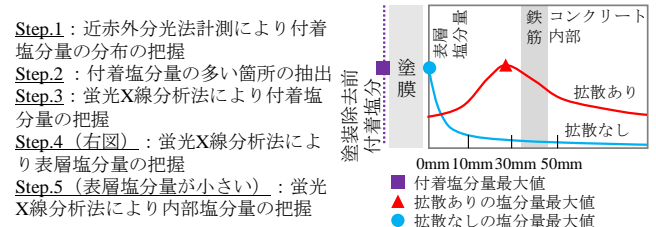


図-8 塗装された橋梁の調査手順例

場合は、内部への拡散の影響を考慮して、深さ方向の塩分量をドリル削孔等により確認する必要がある。

7. まとめ

非破壊・微破壊調査手法を用いることで、桁全面から塩分分布を把握し、付着塩分量の多い箇所に蛍光 X 線分析法を用いれば内部の最大塩分量を示す箇所を抽出できる可能性があること、内部への拡散を考慮して深さ方向の塩分量を調査する必要があることがわかった。ただし、データにばらつきがある点および限定的な傾向である点を踏まえ、今後データの蓄積と精査が必要となる。

謝辞

本研究で行った調査は、国土交通省北陸地方整備局橋梁塩害研究会における調査研究活動の一環として実施されたものです。ご協力いただいた関係各位、貴重な意見をいただいた委員各位に謝意を表します。

参考文献

- 1)国土交通省道路局：コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領 (案), 2004, 2)戸田勝哉, 中村善彦, 倉田孝男：分光分析法を用いたコンクリート劣化診断システムの開発, IHI 技報, Vol.52, No.1, pp.53-58, 2012, 3)櫻庭浩樹, 古賀裕久：携帯型蛍光 X 線分析装置を用いた硬化コンクリート表面の塩分量測定の検討, アップグレード論文報告集, 1127, 2019