

携帯型成分分析計によるコンクリート表面の塩化物イオン濃度測定の実用性

中日本パワエィ・インダリング 名古屋(株) 正会員 青山 實伸, 北川 勝明

1.はじめに

道路構造物の凍結防止剤による塩害が顕在化している。塩害は、路面水に溶けた塩化物イオン(以下、塩分)が、伸縮装置部の漏水箇所等でコンクリート表面に付着して湿潤状態にして塩分を浸透させることにより発生する。塩害の発生する部位は、塩分を含む路面水の影響を受ける箇所に特定される特徴を有する。

凍結防止剤による塩害に対する予防保全や効率的な補修を実施するには、コンクリート表面の塩分の影響範囲を的確に把握することが重要となる。塩分分析の可能な携帯型成分分析計(以下、成分分析計)が市販されたことから、成分分析計を用いて実構造物のコンクリート表面の塩分濃度を測定し、適用性の評価を行う。

2.成分分析計の概要

成分分析計は、蛍光 X 線法を原理とする鉱物等の元素を計測することに活用されてきたが、近年、塩分等の軽元素を測定できるようになっている。成分分析計は、直径 8mm スポット範囲の蛍光 X 線強度より塩分濃度を検出する。計測は、写真 1 に示すようにバッテリー内蔵で持ち運びができ、測定結果を計測時間 20 秒程度で、現地で直ちに知ることができる。

3.検量線の作成

成分分析計は、測定装置独自の塩分計測値(質量率表示)を有するが、塩分濃度が異なる既知の試料を用いて検量線を作成し、検量線を用いて塩分濃度を表示する。塩分濃度が既知の試料は、150 μm 未満のコンクリート粉末であり、電位差滴定法により塩分濃度を計測している。設定した検量線を図 1 に示す。測定装置独自の塩分計測値と良好な相関が得られている。

4.実構造物での測定

(1)測定対象構造物

塩分浸透の影響を受けている実構造物のコンクリート表面の塩分濃度を測定する。測定対象とした構造物は、海岸部の飛来塩分の影響を受ける橋梁と擁壁、凍結防止剤の影響を受ける橋台と橋脚である。測定箇所数は 55 箇所であり、測定は 12 月～翌 3 月の塩分供給

を受ける期間に実施した。

(2)測定と評価方法

コンクリート表面では、塵埃や汚れや気泡に塩分が付着している。そのため、表面無処理の状態と、表面の汚れを 0.5mm 程度ディスクサンダーで除去した研磨後の 2 種類の状態について測定を行う。計測は、60mm × 60mm 程度の範囲を 4 隅と中央の 5 測点で行う。計測時間は、1 測点 20 秒である。計測後、ドリル法により深さ 0~5 mm 深さの試料を採取し、JIS A1154 の電位差滴定法により塩分濃度を分析し、成分分析計の測定結果と比較して評価を加える。なお、測定期間の後半に測定した 25 箇所は、研磨後のみとした。

5.測定結果の評価

(1)表面処理の評価

2 種類の表面処理を実施した箇所の塩分濃度測定値の比較を図 2 に示す。塩分濃度は、計測値 5 点の棄却検定(Dixon の方法)により異常値を除き、残った計



写真 1 成分分析計の測定状況

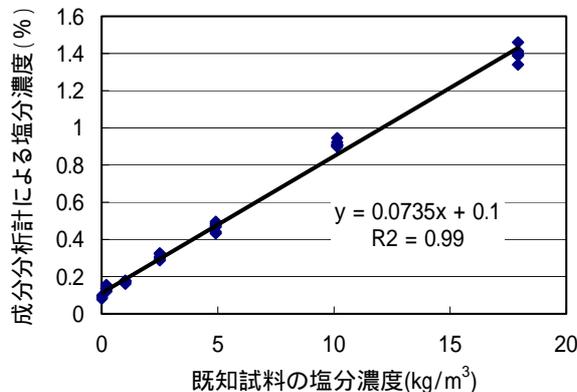


図 1 設定した検量線

キーワード：塩害, 塩化物イオン濃度分析, 表面塩化物イオン濃度, 携帯型成分分析計
連絡先：〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1 電話 076-264-7872

測値の平均値を測定値とする。棄却率は、無処理で12%、研磨後が10%である。図2より、無処理の測定値は大きくなり、バラツキも大きい。これは、塵埃や汚れに付着した塩分の影響による考える。研磨後に測定する方法が、0~5mm深の電位差滴定測定値に近似する。

(2) 測定方法の検討

研磨後の計測は1箇所5点で行ったが、異常値除去後においても計測値にはバラツキがある。各箇所の計測値の変動係数(標準偏差/平均値×100)の平均値は23%である。棄却検定時に除かれた点の計測値は、他の計測値の平均値との差が約1.5倍を超える場合が多かった。このことから、測定段階で各測点間の計測値の差が1.5倍を超える場合は、追加計測を実施し、各計測値間の差が1.5倍程度より小さい3点の計測値を得て、その平均を測定箇所の測定値とする方法を適用する。この方法を当初の計測結果に適用して、計測のシミュレーションを行った結果、平均計測回数は3.7点となり、計測総数を当初より27%削減でき、計測値の変動係数の平均値は19%に改善できる。

(3) 測定値の評価

研磨後の塩分濃度測定値を前項に示した方法で求め、0~5mm深さの試料の分析結果と比較し、図3に示す。図3(左)より成分分析計の測定値が約10kg/m³を超えると0~5mm深の電位差装置による測定値との差が拡大する。これは、表面部の空隙等にある塩分の影響によると考える。図3(右)は、図3(左)の塩分濃度12kg/m³以下の成分分析計の測定値を対象に、両測定値を比較している。図より、成分分析計の測定値はバラツキを有するものの、成分分析計の測定値が大きくなるほど、0~5mm深試料の電位差装置による測定値も大きくなる傾向を示している。

この結果、成分分析計の測定値は10kg/m³程度までであれば、バラツキがあるもののコンクリート表面の塩分濃度の概略値を把握することができることを示している。

6. 成分分析計による塩分浸透範囲の特定事例

凍結防止剤の影響を受ける橋台で、成分分析計により1m間隔で塩分濃度を測定し塩分浸透範囲を特定した事例を図4に示す。従来の塩分浸透範囲の調査は、表面部の試料を採取して塩分分析を行っていたが、成分分析計を使用することで、短時間に塩分浸透範囲を特定することができる。塩害に対する予防保全や効率

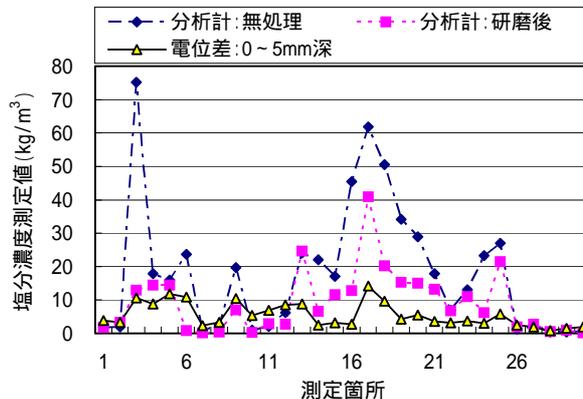


図2 表面処理の違いによる塩分濃度測定値の比較

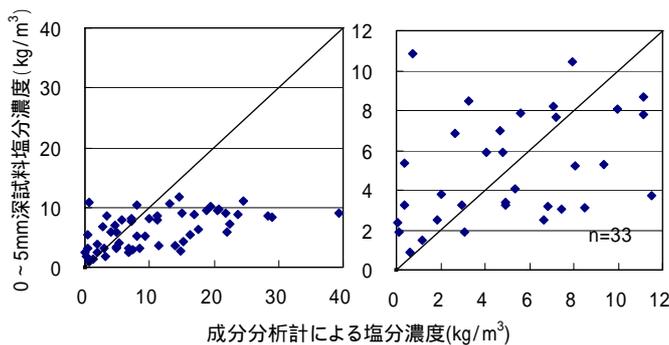


図3 成分分析計による塩分濃度測定値の比較



図4 塩分浸透範囲の特定事例

的な補修実現に寄与できる有用な技術になると考える。

7. まとめ

成分分析計による測定は、表面の塵埃や汚れをディスクサンダーで除去した研磨後に行うのが良い。測定値は、1箇所の計測値間の差が1.5倍程度より小さくなる3点の計測値を得て、その平均値を用いる方法による。成分分析計による測定値は誤差を有するが、10kg/m³程度までの濃度であればコンクリート表面の塩分濃度の概略値を把握できる。成分分析計を用れば塩分浸透範囲を短時間に特定でき、塩害に対する予防保全や効率的な補修の実現に寄与できる有用な技術になると考える。