

塩化物イオン濃度の効率的な調査手法に関する検討

(一財)阪神高速道路技術センター 正会員 ○前川 敬彦
 阪神高速道路(株) 正会員 飛ヶ谷明人
 阪神高速道路(株) 正会員 ハツ元 仁

1. はじめに

阪神高速道路のコンクリート構造物は、塩害対策指針が示された昭和 59 年以前に設計・施工されたものが全体の 6 割程度を占めており、海砂使用等による内在塩分が塩害を発生させる可能性がある。また、冬期に凍結防止剤を散布しており、外来塩分による塩害が発生する可能性もある。現時点では鋼材破断等の重大損傷は発生していないが、今後、内在塩分や外来塩分を起因とする塩害により重大損傷が発生する可能性も考えられる。そのため、阪神高速道路では塩害に対する維持管理の体系化について種々の検討を行っているところである。本稿では、それらの検討のうち、塩化物イオン濃度の効率的な調査手法について報告する。

2. オンサイトで効率的に行える分析手法

コア試料を用いた分析方法 (JCI 法等) は、測定精度は高いが、試料採取から分析結果を得るまでに時間を要するため、効率性に劣る。本検討では、必要な測定精度が得られ、かつオンサイトで効率的に行える分析手法として、



簡易塩分量測定

全塩分迅速法

蛍光 X 線分析

写-1 オンサイトでの測定が可能な分析手法

簡易塩分量測定、全塩分迅速法およびポータブル蛍光 X 線分析 (以下、蛍光 X 線分析) の 3 手法 (写-1) に着目し、湾岸部の橋脚梁部から採取したドリル粉を用いて 3 手法による分析を実施した。また、比較用として、ドリル粉の採取箇所近傍から採取したコア試料を用いた分析 (以下、JCI-SC5) も実施した。

3. 変動係数の低減を考慮した試料の採取方法

(a) ドリル径による比較

ドリル径は、実構造物におけるコンクリート中の全塩化物イオン分布の測定方法 (案) (JSCE-G 573) で示されている $\phi 20\text{mm}$ のドリルと、ドリル自体が入手し易く作業性も $\phi 20\text{mm}$ より良い $\phi 14.5\text{mm}$ のドリルを比較した。ドリル径による比較結果を図-1 に示す。 $\phi 14.5\text{mm}$ は、高濃度域では JCI-SC5 との乖離が大きくなっているが、全体的には JCI-SC5 とほぼ同じ測定値を示した。一方、 $\phi 20\text{mm}$ は、 $2\sim 3\text{kg/m}^3$ の濃度域で JCI-SC5 との乖離が大きくなっているが、他の濃度域では JCI-SC5 とほぼ同じ測定値を示した。ドリル径別の決定係数 (R^2 乗値) は、 $\phi 14.5\text{mm}$ では 0.9012、 $\phi 20\text{mm}$ では 0.7551 となっており、 $\phi 14.5\text{mm}$ の測定結果において高い相関が得られた。

(b) 採取量による比較

採取量の違いが変動係数の低減に及ぼす影響を確認するため、3 手法の分析に必要な最低量 (15g) とその倍の採取量 (30g) で塩化物イオン濃度を測定した。採取量による比較結果を図-2 に示す。15g 採取は全体的に JCI-SC5 より測定値が小さく、30g 採取では JCI-SC5 より測定値が大きくなる傾向にあるが、JCI-SC5 との乖離はいずれも同程度であった。採取量別の決定係数 (R^2 乗値) は、15g 採取では 0.8768、30g 採取では 0.8411 となっており、採取量での大きな差は表れなかった。

4. 効率的なオンサイト分析手法

(a) 測定精度の比較

測定精度の比較結果を図-3 および図-4 に示す。なお、図-4 は 2kg/m^3 以下の低濃度域を示したものである。

キーワード 塩害、塩化物イオン濃度、ドリル法、オンサイト分析

連絡先 〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町 4-5-7 (一財)阪神高速道路技術センター TEL 06-6244-6060

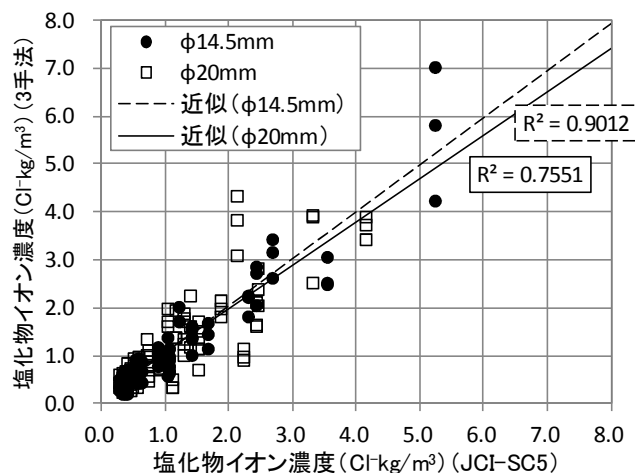


図-1 ドリル径による比較結果

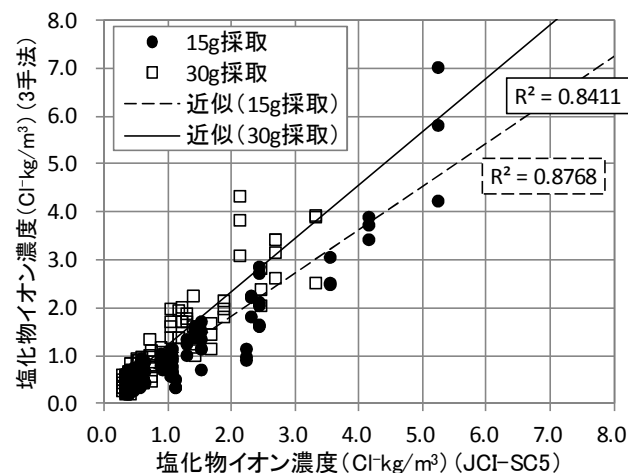


図-2 採取量による比較結果

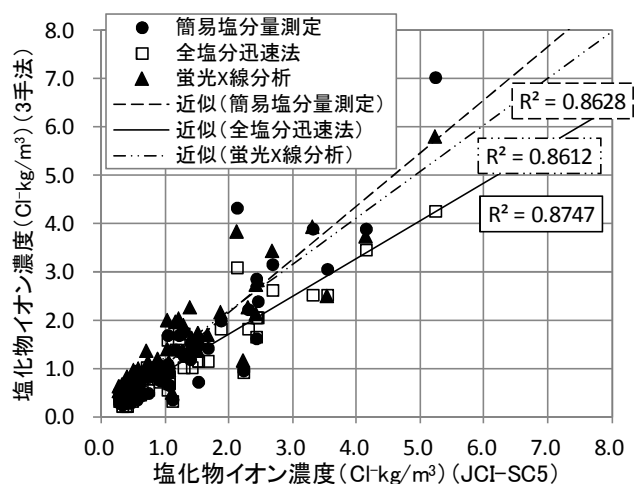


図-3 測定精度の比較結果（全濃度域）

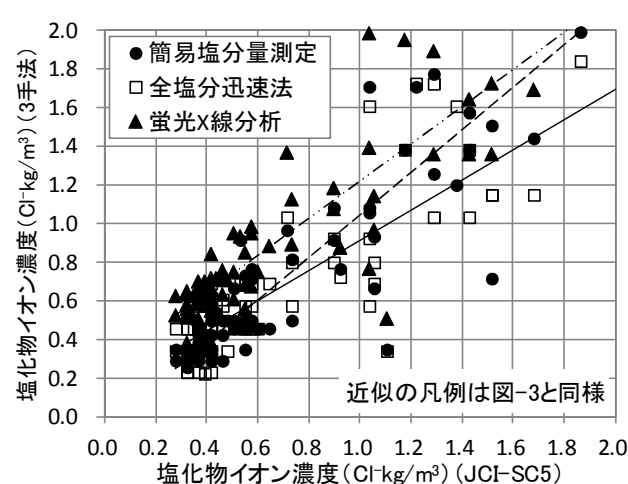


図-4 測定精度の比較結果（低濃度域）

簡易塩分量測定は高濃度域で JCI-SC5 より大きく、全塩分迅速法では高濃度域で JCI-SC5 より小さく測定される傾向にあるが、低濃度域ではいずれも JCI-SC5 とほぼ同じ測定値を示した。一方、蛍光 X 線分析は、高濃度域では JCI-SC5 とほぼ同じ測定値を示したが、低濃度域では大きく測定される傾向にあった。分析手法別の決定係数 (R^2 乗値) は、簡易塩分量測定では 0.8628、全塩分迅速法では 0.8747、蛍光 X 線分析では 0.8612 となり、分析手法間における測定精度に大きな差が生じなかった。

(b) 測定精度以外の比較

分析方法別の比較結果を表-1 に示す。作業人員は、簡易塩分量測定および全塩分迅速法が 2 名、蛍光 X 線分析が 1 名であった。所要時間は、簡易塩分量測定で長時間を要するケースがあったが、全塩分量迅速法および蛍光 X 線分析は 10 試料あたり 30 分程度であった。現場での作業性は、簡易塩分量測定が最も複雑であった。

表-1 分析方法別の比較結果

	作業 人員	10試料あたり の所要時間	現場での 作業性	評価
簡易塩分量測定	2	60分～5時間	可	△
全塩分迅速法	2	23～25分	良	○
蛍光X線分析	1	32分	良	○

5. おわりに

塩化物イオン濃度の効率的な調査手法について検討した。その結果、ドリル粉の採取方法は、φ14.5mm のドリルを用いて 15g 程度の採取を行った場合でも測定精度は高いことを確認した。また、塩化物イオン濃度の分析手法については、全塩分量迅速法または蛍光 X 線分析が効率的であると判断した。現時点において、オンサイト分析については測定事例としてまだ十分でないことから、今後もさらに調査を行うことで測定データを蓄積していくことを考えている。

参考文献

- 1) 独立行政法人 土木研究所: 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル, H15.10