

論文 蛍光X線を用いた塩化物イオン量推定に関する研究

法政大学 学生会員 ○渡部 瑠依子
法政大学 正会員 溝渕 利明

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期以降に整備されたコンクリート構造物の急速な老朽化が深刻な問題となっており、コンクリート構造物の長寿命化を図ることが重要となっている。コンクリート構造物の劣化要因の一つとして塩害が挙げられる。塩害による劣化状況を把握するためには、内部の塩化物イオン量の調査が必要である。

従来は、破壊検査手法の一つである、コンクリートコアを採取し化学分析を行っていた。それらは、正確な塩化物イオン量を測定する事が出来る一方で、構造物に局所的な損傷を与えてしまう点や定量的な評価が行えない点に課題を有する。そこで、非(微)破壊検査手法により塩化物イオン量の推定を行うことが可能となれば、構造物に損傷を与えることなく、広範囲における調査及び、早期に劣化対策を講じることが可能となる。

既往の研究により、電磁波レーダの結果を用いて、塩化物イオン量を推定できる可能性が見出されている。コンクリート中の塩化物イオンの拡散予測の方法の一つに、Fick の拡散方程式(1.1)が挙げられる。

$$C(x,t) = C_o \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{ap} \cdot t}} \right) \right\} \quad (1.1)$$

- x : 暴露面から全塩化物イオン量濃度を測定した箇所までの距離(cm)
 t : 供用期間(年)
 $C(x,t)$: 距離 x (mm)、供用期間 t (年)において測定された塩化物イオン濃度(kg/m³)
 C_o : 表面における全塩化物イオン濃度(kg/m³)
 D_{ap} : コンクリートの見かけの塩化物イオン拡散係数(cm²/年)
 erf : 誤差関数

ここで、表面塩化物イオン量の測定方法として、既往の研究¹⁾において、蛍光 X 線による塩化物イオン量推定式(1.2)が求められている。しかしながら、この推定式はモルタルによる検量線から求められたものであり、塩分量分布推定精度向上の為に、骨材影響を考慮する必要がある。そこで本研究では、蛍光 X 線を用いて、骨材影響を考慮した表面塩化物イオン量の把握に関する検討を行った。

$$C_f = 1.19 \times 10^3 f_x - 0.0737 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (1.2) \quad f_x : \text{蛍光 X 線による測定値 (ppm)}$$

2. 実験概要

以下に、本試験「表面塩化物イオン量推定」の手順を示す。

1)千葉県3つの橋梁から採取されたコンクリートコアと大阪府の造船所より採取したコンクリートコアそれぞれを、1cm間隔で切断し、粉末状にする。

2)粉末試料に対して蛍光X線測定及び化学分析を行い、式(1.2)より、塩化物イオン量の推定値及び実測値を求め、それらの結果による近似直線から、補正式を確立する。

キーワード 塩害, 蛍光X線, 塩化物イオン量推定, 微破壊検査手法

連絡先 法政大学 コンクリート材料研究室 東京都小金井市梶野町 3-7-2 (042-387-6269)

3)福岡県の製鉄所から採取された計5本のコンクリートコアの表面を、ディスクグラインダを用いて削り、粉末試料を作製する。

4) 粉末試料に対して蛍光X線測定及び化学分析を行い、2)より得られた補正式を用いて、塩化物イオン量の推定値及び実測値を求め、それらの結果による比較・評価を行う。

なお、蛍光 X 線の測定時間は、1 つの試料につき 70 秒×2 とし、2 つの測定値の平均値をとる。また、3)において、ディスクグラインダで粉末試料を作製する場合、蛍光 X 線測定及び化学分析による測定のため約 25g の試料採取を行った。

3. 研究結果

実験概要 2 により得られた補正式を式(3.1)に、式(3.1)より算出した、塩化物イオン量の推定値及び実測値の関係を図 3.1 に示す。補正を行うことで、骨材影響を考慮した塩化物イオン量推定が可能となった。

$$C_F = 1.304 \times 10^3 f_x + 0.5957 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (3.1) \quad f_x: \text{蛍光 X 線による測定値(ppm)}$$

また、式(3.1)を用いて算出した、表面塩化物イオン量の推定値と実測値の比較を図 3.2 に示す(実験概要 4)。

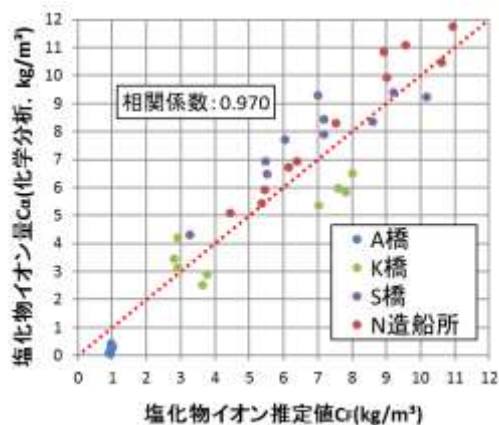


図 3.1 今年度の推定式による推定値と実測値との比較

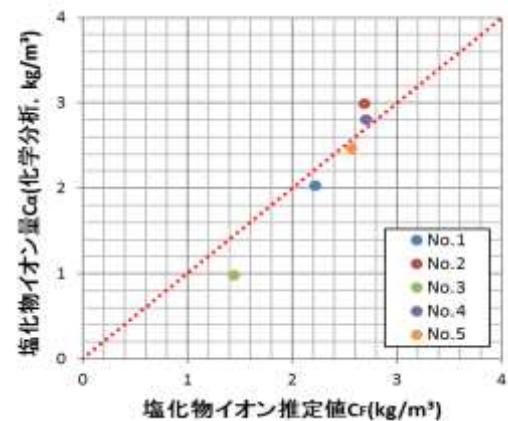


図 3.2 補正式による推定値と実測値との比較

図 3.2 より、式(3.1)を用いて算出した、表面塩化物イオン量の推定値と実測値に相関性があると考えられる。よって、本研究より得られた補正式を用いる事により、コンクリート表面を削る微破壊手法によって、表面塩化物イオン量推定が出来る可能性を見出した。

4. まとめ

本研究では、蛍光 X 線を用いて、骨材影響を考慮した表面塩化物イオン量の把握に関する検討を行った。検討の結果、コンクリートコアを基に得られた補正式を用いて、骨材影響を考慮した表面塩化物イオン量の推定値と実測値との高い相関性を得る事が出来た。よって、微破壊手法での表面塩化物イオン量推定が出来る可能性を見出した。今後は、試験データを増やし、より高い精度の補正式を構築していく必要がある。

参考文献

- 1) 山田大樹：コンクリートの表面粗度が電磁波を用いた塩化物イオン量推定に及ぼす影響に関する検討