

携帯型蛍光X線を用いたコンクリート表層部の塩化物イオン量の推定に関する研究

法政大学

学生会員○中村 美咲

法政大学

正会員 伊藤 均

法政大学

正会員 溝渕 利明

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理において、潜伏期及び進展期において、塩害による進行を評価するためには、通常対象構造物からコアを採取して電位差滴定などの化学分析を行い、鉄筋近傍でのその時点での塩化物イオン量の把握を行う方法が一般的である。本研究では、塩化物イオン量分布を把握するための手法として、調査対象構造物から小口径のドリルによる削孔粉を採取し、ハンディタイプの蛍光X線分析装置を用いて、現場で簡易に塩化物イオン量分布を把握する方法について検討を行った。ただし、本手法は既往の研究においてコンクリートの配合条件などの影響を受けることから、その影響要因の一つであるコンクリート中の骨材量の影響について検討を行った。

2. 研究概要

本検討では、骨材量の影響について検討するために、細骨材率及び塩化物イオン量を変化させた供試体を作製し、そこから試料を採取して携帯型蛍光X線及び電位滴定法による化学分析を行い、両者の測定結果からモルタル容積の影響を考慮した蛍光X線による塩化物イオン量の推定式の提案を行った。

3. 実験概要

3. 1. 検討ケース

本検討では、検討ケースとして表-1に示す3水準の細骨材率および7水準の塩化ナトリウム濃度について、計21ケース行った。

表-1 各検討ケースにおけるコンクリート配合

細骨材率 (%)	塩化ナトリウム量 (kg/m³)	粗骨材の最大寸法 (mm)	目標スランプ (cm)	設計空気量 (%)	水セメント比 (%)	単位量 (kg/m³)					
						水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤	AE減水剤
35	各細骨材率に対して 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 (kg/m³) の 塩化ナトリウム量を採用	20	8	4.5	50	160	320	624	1199	0.016	3.2
45								820	1014	0.0128	
50								891	922	0.0112	

3. 2. 塩分量の測定

蛍光X線法では、図-1に示す蛍光X線分析計「DELTA」を用いて塩素含有割合の測定を行った。試験には約3(g)程度の試料を図-2に示す専用の容器に入れたものを使用した。比較対象となる塩化物イオン量の測定には、化学分析による電位差滴定法を用いた。

4. 実験結果・考察

電位差滴定法より求めた塩化物イオン濃度(kg/m³)と蛍光X線法より求めた塩素含有割合(PPM)との関係を図-3に示す。図-3より、電位差滴定法による同一塩化物イオン量に対して、細骨材率の違いにより蛍光X線の測定値が異なる結果となった。次に、表-2に各細骨材率に対するモルタル容積と粗骨材容積を示すとともに、図-4に各細骨材率での供試体断面写真を示す。表-2及び図-3から、蛍光X線法による測定結果はモルタル容積が小さいほど塩素含有割合



図-1 蛍光X線分析の様子



図-2 試験容器

キーワード 非破壊試験, 塩化物イオン, 蛍光X線

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学コンクリート材料研究室 TEL 042-387-6286

表-2 モルタル容積

細骨材率 (%)	モルタル容積 (L/m ³)	粗骨材容積 (L/m ³)
35	549	451
45	619	381
50	653	347

(PPM)が小さくなる傾向を示した。

モルタル容積によって検量線の係数および切片が変化することに基づき、モルタル容積を変数とした検量線の作成を行った。図-5 に、モルタル容積と各影響係数(α_1 及び α_2)との関係を示す。モルタル容積に対する影響係数を考慮した蛍光 X 線法より推定した塩化物イオン量及びモルタル容積を考慮していない蛍光 X 線法による推定結果と電位差滴定法による化学分析によって求めた塩化物イオン量と比較した結果を図-6 に示す。図-6 から、モルタル容積を考慮することにより、塩化物イオン量の推定精度が向上する結果となった。

$$C_f = \alpha_1 \times 10^{-3} f_x + \alpha_2 \times 10^{-1} \quad \text{式(1)}$$

$$\alpha_1 = -0.66 V_m \times 10^{-2} + 6.04$$

$$\alpha_2 = 8.25 V_m \times 10^{-2} - 47.28$$

ここで、 C_f ：塩化物イオン量の分析結果(kg/m³)
 f_x ：蛍光 X 線法による塩素量の割合(PPM)
 V_m ：モルタル容積(l/m³)

5. まとめ

本研究では、現場で塩化物イオン量分布を推定するために、携帯型蛍光 X 線法を用いた推定方法について検討の一環として骨材量の影響を考慮した蛍光 X 線による塩化物推定式の検討を行った。その結果、対象とするコンクリートのモルタル容量を考慮することにより、塩化物イオン量の推定精度が向上することを確認した。今後は、その他の影響要因についても検討を行っていく予定である。

参考文献

- ・野嶋潤一郎他：微破壊による実構造物試料採取と蛍光 X 線分析によるコンクリート構造物内部の塩化物イオン量推定に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.1677-1682, 2018.07

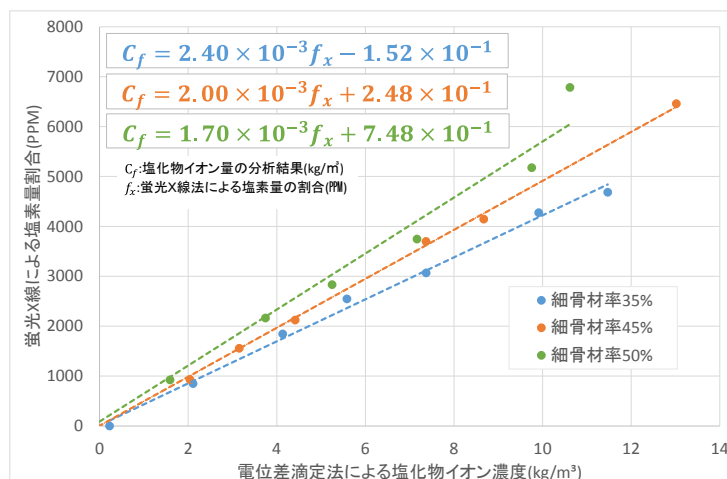


図-3 塩素含有割合と塩化物イオン濃度の比較

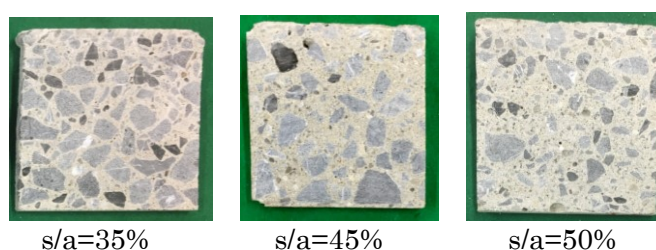


図-4 供試体断面写真

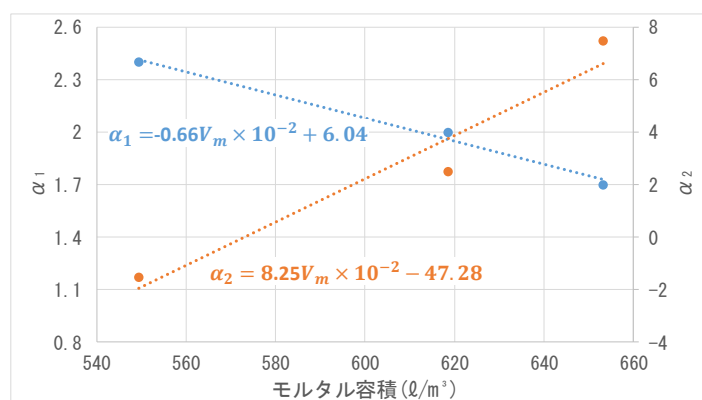


図-5 塩素含有割合と塩化物イオン濃度の比較

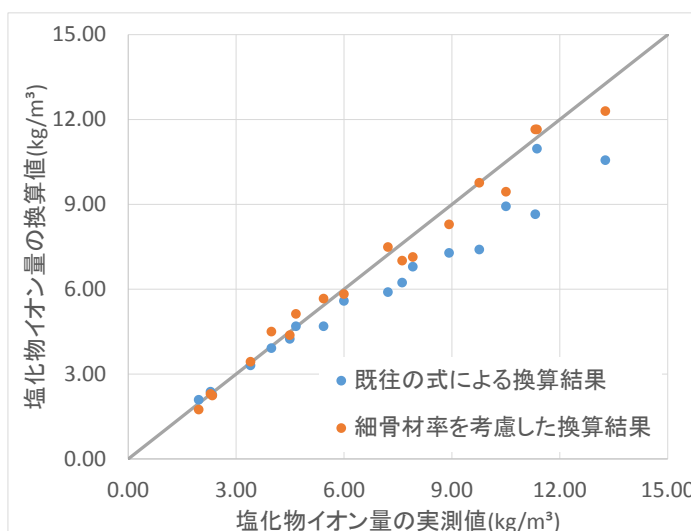


図-6 塩素含有割合と塩化物イオン濃度の比較