

塩化物イオンの浸透に影響を与える要因の検討

立命館大学大学院理工学研究科	学生員	○豊田 亮太
(株)オリエンタルコンサルタンツ	正会員	池田 唯順
立命館大学大学院理工学研究科	学生員	佐野 慶成
立命館大学理工学部	正会員	水田 真紀
立命館大学理工学部	正会員	児島 孝之

1. はじめに

近年、塩害調査において構造物の損傷を軽減するために小径コアが用いられている。しかし、小径コアによる塩害調査では調査結果がばらつきやすく、未だ信頼性の確立がされていない。

2007年制定コンクリート標準示方書〔規準編〕でEPMA法によるコンクリート中の元素の面分析方法が示された¹⁾。EPMA法は小さなサンプルからでも多量のデータを採取できる点やマッピング画像（二次元画像データ）から視覚的判断が可能となる点が利点であるといえる。しかし、EPMA法はコンクリートのような不均質な材料への精度の検討が不十分であり、手法の確立には至っていない。そこで、本研究では、EPMA法を用いた塩害調査の信頼性向上及び、塩化物イオンがコンクリート中を浸透する際に伴うばらつき要因の明確化を目的とした。そして、様々な要因を考慮した配合の異なる供試体の分析結果について塩化物イオン濃度プロファイルを用いた比較、検討を行った。

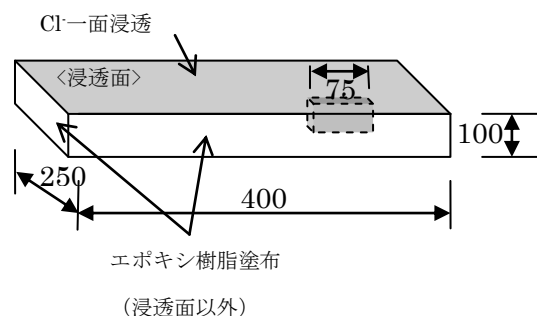
2. 研究計画

本研究では、検討要因として最大骨材寸法 G_{max} とペースト量、W/C に着目し、計6体の供試体（400×250×100mm）を作製した。ここで、浸漬期間が3ヶ月であるN3シリーズではW/Cを2水準、12ヶ月であるN12シリーズでは最大骨材寸法を3水準、ペースト量を2水準とした。そして、各供試体を所定期間浸漬した後、EPMA分析を行い、塩化物イオン濃度プロファイル化し、コンクリートの配合の違いが塩分浸透に及ぼす影響を検討した。分析要因および試料名を表-1に示す。

3. 供試体概要

供試体寸法および浸漬状況を図-1に示す。一面か

ら塩分が浸透するように供試体の浸透面以外の面にエポキシ樹脂を塗布し、3%のNaCl溶液に浸漬し、幅75mmの部分をEPMA分析用に切り出した。



(単位：mm)

図-1 供試体寸法及び浸漬状況

表-1 分析要因一覧

試料名	G_{max} (mm)	セメント 量 (kg/m^3)	W/C (%)	期間 (月)
W/C40-N3	20	400	40	3
W/C65-N3		267	65	
G15-N12	15	320	50	12
G20-A-N12	20			
G25-N12	25			
G20-B-N12	20	350		

4. 結果および考察

まず、試料全面に対してEPMA分析を行い、骨材と見なす範囲をデータから排除し、ペースト部分のみのプロファイルを作成した。ここで、骨材範囲は既往の研究²⁾を参考に決定した。今回比較に用いた指標は塩化物イオン濃度プロファイルと変動係数の2つであり、変動係数は浸透面から深さ毎の塩化物イオン濃度がどの程度ばらついているのかを比較す

キーワード EPMA 塩害 小径コア 変動係数

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 TEL077-561-3344

るために用いた。

図-2 は W/C を 40, 65% に変化させ、浸透期間を 3 ヶ月としたコンクリートの塩化物イオン濃度プロファイルである。図-2 より、試料 W/C65-N3 は試料 W/C40-N3 よりも同一深さにおける塩化物イオン濃度が大きくなった。

図-3 は図-2 と同試料において変動係数の比較を行ったものである。ここでは塩化物イオン濃度が 0.05 (mass%) より高い数値を示す部分（表面からおよそ 18mm まで）を浸透面と見なし、その部分において比較を行った。図-3 より、試料 W/C40-N3 と試料 W/C65-N3 の違いは微小であった。

以上の結果より、W/C が大きくなるにつれて、塩化物イオンがより内部まで浸透することを示した。これは W/C の低いコンクリートは密実であるためだと考えられる。

図-4 は、最大骨材寸法を 15, 20, 25mm に変化させた場合と最大骨材寸法 20mm において通常よりもペースト量を多くした場合の試料における塩化物イオン濃度プロファイルである。図-4 より、試料 G25-N12 のみ他の試料よりも同一深さにおける塩化物イオン濃度が少なかった。

図-5 は図-4 と同試料において変動係数の比較を行ったものである。図-5 においても、Cl⁻量が 0.05 (mass%) より高い数値を示す部分（表面からおよそ 27mm まで）を浸透面と見なし、その部分において比較を行った。図-5 より、試料 G25-N12 のみ他の試料よりもわずかに大きい値を示した。

以上より、最大骨材寸法が大きいほど同一深さにおける塩化物イオン量は少なく、ばらつきが大きくなる可能性があるということを示した。これは、塩化物イオンが骨材部分を浸透しないため、骨材が塩化物イオンの浸透を妨げていると考えられる。また、塩化物イオン濃度プロファイル、変動係数ともに、ペースト量の差による違いは見られなかった。

5. 結論

塩化物イオンの浸透には骨材の大きさと W/C が影響を与え、ペースト量の違いは影響を与えない。また、骨材が大きいほど塩化物イオンの浸透にばらつきを与える可能性がある。

参考文献

- 1) 土木学会：EPMA 法によるコンクリート中の元素の面分析方法（案）（JSCE-G 574-2005），コンクリート標準示方書，規準編，pp297-307，2007
- 2) 池田唯順，水田真紀，岡本享久，小川彰一，森寛晃：EPMA による塩化物イオン濃度の推定方法の統計的手法を用いた評価，アップグレード論文報告集，第 9 巻，pp125-130，2009

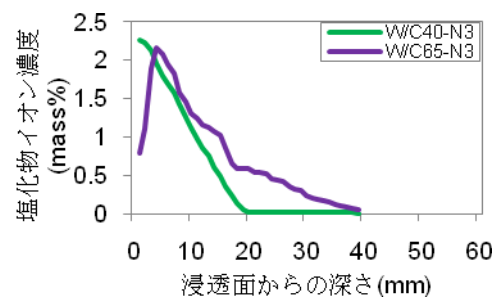


図-2 W/C における比較 1

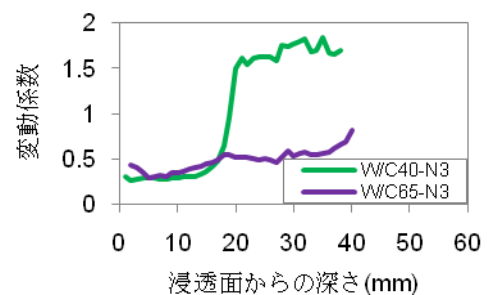


図-3 W/C における比較 2

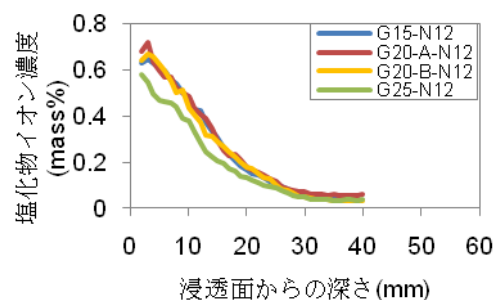


図-4 最大骨材寸法およびペースト量における比較 1

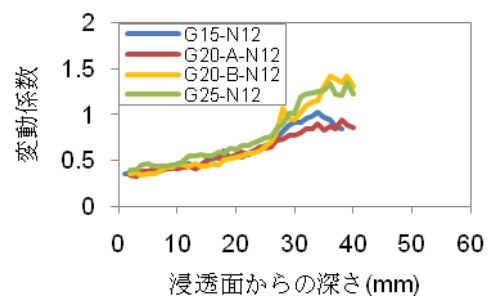


図-5 最大骨材寸法およびペースト量における比較 2