

最大粗骨材寸法と浸漬期間がコンクリートへの塩分浸透のばらつきに与える影響

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

今日の塩害調査において、構造物に与える損傷を軽減するために、小径コアを用いた劣化診断が提案されている。しかし、コンクリートの材料的不均一性の影響で診断結果にばらつきが生じてしまうことが問題視されており、未だ信頼性の確立がされていない。

一般に、塩分は主にコンクリートのセメントペースト中を浸透するため、塩分浸透のばらつきは骨材寸法に起因する可能性がある。一方で、見かけの拡散係数や表面塩分量は経時的に変化し、経年後に一定値に収束していくという報告がある¹⁾。このことから、コンクリート中の塩分浸透は材齢毎の水和度の違いによる影響を受けることも考えられる。

そこで本研究では、このばらつき発生の要因として最大粗骨材寸法と浸漬期間に着目し、この2つの要因が異なるコンクリートをNaCl溶液に所定の期間浸漬させてEPMA分析を行い、塩化物イオン濃度プロファイルを作成した後に比較・検討を行う事により、信頼性の高い手法の提案を目指した。

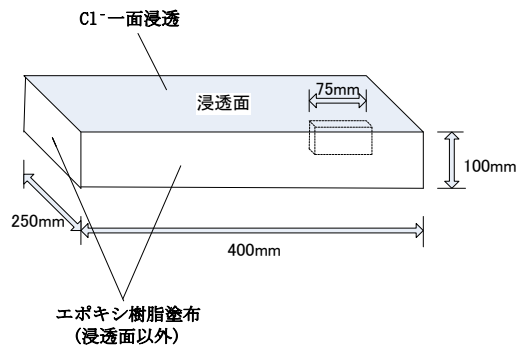


図1 供試体寸法及び浸漬状況

表1 分析試料一覧

試料名	Gmax (mm)	W/C (%)	セメント量 (kg/m ³)	期間 (月)
G15-T12	15	50	320	12
G20-T3	20			3
G20-T12				12
G20-T36				36
G25-T12				25

※ G_{max}：最大粗骨材寸法

2. 研究概要

最大粗骨材寸法を15, 20, 25mmと変化させた計3体の供試体を実験室内において3%のNaCl溶液に浸漬させた。供試体の寸法と浸漬状況を図1に示す。

1面からのみ塩分が浸透するように供試体の浸透面以外の5面にエポキシ樹脂を塗布し、3ヶ月間の浸漬後、最大粗骨材寸法20mmの供試体のみを取り出し、EPMA分析を行った。その後、切断面に再度エポキシ樹脂を塗布し、分析に使用した供試体を引き続き浸漬させた。さらに、最初に浸漬させてから12ヶ月後、3体すべての供試体を取り出してEPMA分析を行った。各試料のパラメータを表1、コンクリート配合を表2に示す。

ここで、G20-T36は浸漬期間を36ヶ月とした試料であり、他の試料と同配合であるが、使用材料が異なっている。

表2 コンクリート配合

試料名	単位量(kg/m ³)					
	W	C	S	G		
				5-13 mm	13-20 mm	20-25 mm
G15-T12	160	320	846	1011	0	0
G20-T3				506	506	0
G20-T12						
G20-T36						
G25-T12				405	405	202

3. 考察

EPMAによる分析後、ペースト部の塩化物イオン濃度（以下、Cl⁻濃度）のみを検討に用いるために、骨材と見なす範囲をデータから排除し、Cl⁻濃度プロファイルを作成した。ペースト部の濃度範囲を表3に示す。この範囲は、骨材とみなす範囲が塩化物イ

キーワード EPMA, 塩害, 最大粗骨材寸法, 浸漬期間, ばらつき

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学大学院理工学研究科 TEL077-561-3344

オン濃度に与える影響について検討された既往の研究²⁾に基づき決定した。

図2は、浸漬期間の異なる試料の浸透深さ毎の Cl^- 濃度プロファイルである。図2より、3試料は表面塩分量が概ね一致しており、浸漬期間が長いほど同一浸透深さでの塩分量が増加しているのが分かる。

また、図3は、浸漬期間の異なる試料の浸透深さ毎の Cl^- 濃度の変動係数を算出した結果を示したグラフである。図3より、浸漬期間が長ければ長いほどそれぞれの値が小さくなっていることから、経年的に塩分浸透のばらつきが小さくなることを示唆している。つまり、材齢が長くなるにつれて、コンクリートの水和が進行し、空隙構造が安定してきたことにより、塩分浸透のばらつきが小さくなったものと考えられる。

図4は最大粗骨材寸法の異なる試料の浸透深さ毎の Cl^- 濃度プロファイルである。図4より、試料 G15-T12 と試料 G20-T12 では同一浸透深さにおける Cl^- 量に差は見られなかった。しかし、試料 G25-T12 では、他の2体の試料に比べ、同一浸透深さにおける Cl^- 量が少なかった。これより、塩分の浸透に関しては、最大粗骨材寸法が大きくなるほど塩分が浸透しにくくなる可能性があることを示唆した。

次に、図5は、最大粗骨材寸法の異なる試料の浸透深さ毎の Cl^- 濃度の変動係数について比較したものである。図5より、3つのグラフの間に大きな差が見られないのがわかる。また、 Cl^- 濃度プロファイルに使用したデータ数にもそれほど差はなかった。つまり、最大粗骨材寸法の違いがばらつきに与える影響は微小であると考えられる。

4. 結論

浸漬期間が長いほど、塩分はより内部まで浸透するが、塩分浸透のばらつきは小さくなる。

また、最大粗骨材寸法が大きければ大きいほど、同一浸透深さにおける Cl^- 量は少なくなるが、最大粗骨材寸法の違いがばらつきに与える影響は微小である。

参考文献

- 1) 岡村甫ら：塩害を受けるコンクリート道路橋の耐久性評価，21世紀COEプログラム社会マネジメント・システム高知工科大学報告書，2006
- 2) 池田唯順ら：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，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第9巻，pp125-130，2009

表3 ペースト部の濃度範囲

元素	ペーストの濃度範囲(%)
CaO	7.5-46
SiO_2	6-28
SO_3	0.4<-

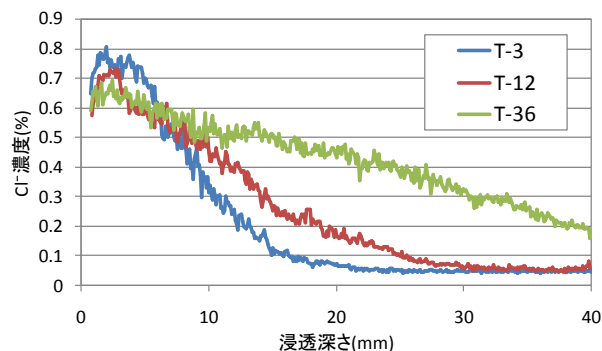


図2 Cl^- 濃度における比較 (浸漬期間)

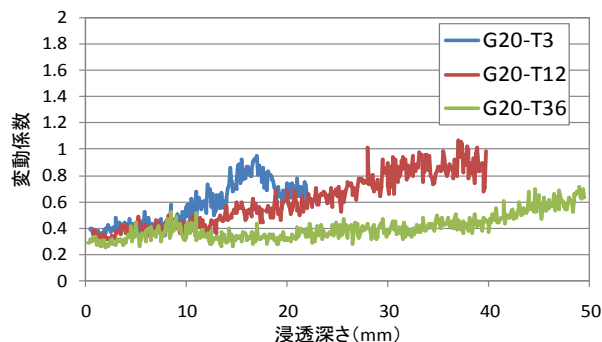


図3 変動係数における比較 (浸漬期間)

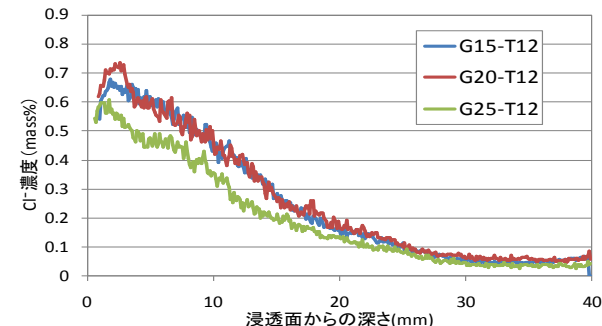


図4 Cl^- 濃度における比較 (最大粗骨材寸法)

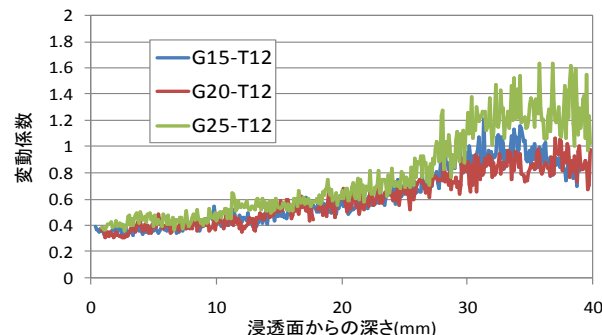


図5 変動係数における比較 (最大粗骨材寸法)