

第 部門 EPMA による塩害環境下にある実構造物の塩化物イオン濃度プロファイルの精度について

立命館大学院理工学研究科 学生員 豊田 亮太
 立命館大学院理工学研究科 学生員 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

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粗骨材の影響を受けバラツキやすい。このため、小径コアによる塩害調査は信頼性の確立がされていない。

本研究では、小さなサンプルからでも多くのデータ量を得ることができる EPMA 法を用いて小径コアによる塩害調査への信頼性を高めることを目的とし、統計的手法を用いた検討を行った。

2. 試験体概要

今回、塩害環境下にある実構造物の異なる箇所から採取したコアの塩化物イオンの浸透具合を比較するため、図-1のようなコアの採取を行った¹⁾。

図-1において 25mm コアをそれぞれ S1, S2, S3, 80×80mm の平板を Bo とし、これらを用いて EPMA を行った。EPMA を行うにおいて、塩化物イオン濃度を見るために、 $38 < \text{CaO} < 46\%$, $14 < \text{SiO}_2 < 23\%$, $0.2\% < \text{SO}_3$ を示す部分を骨材と見なしてデータから排除した。

3. 昨年度結論の結果²⁾

昨年度は塩害劣化させた1本の供試体のある一断面を複数本に分割し、それを採取場所の異なるコアに見たてた。分割したコア各々において塩化物イオン濃度プロファイル化を行い、検討をおこなった結果、コア径を小さくするより分析部分の違いによるバラツキが大きいことからコンクリート内部の浸透方法は数 cm の違いで異なる挙動を示すという結論を導き出した。

4. 検討方法および結果

今回、上記結論が実構造物から採取したサンプルにおいても同じ結論が得られるのかどうかを検討した。実構造物から得たコアに図-1のような試料調整を

行い、塩化物イオン濃度プロファイルを作成した。区間推定を用いてそれぞれのコア及び平板の塩化物イオンの浸透具合を比較し、得られた結果を以下に示す。

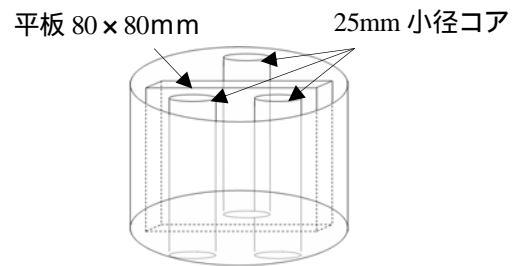


図-1 コア採取図

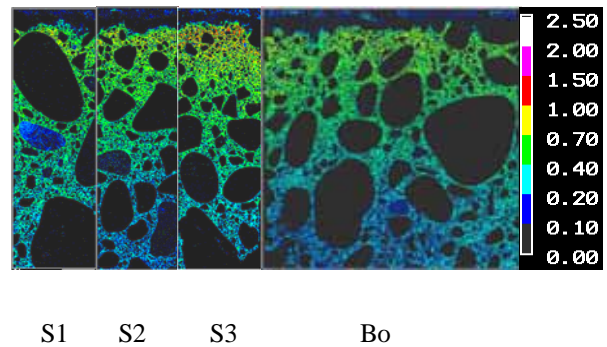


写真-1 マッピング画像

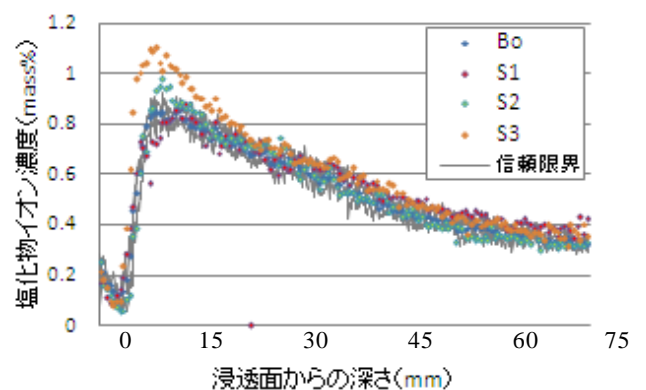


図-2 塩化物イオン濃プロファイル

面分析の結果を写真-1に示す。写真-1は上面が浸透面、上面から下面方向が浸透方向である。また、色の淡い箇所が塩化物イオンの浸透量の多い箇所、逆に色の濃い箇所が塩化物イオン量の少ない箇所である。

この面分析の結果を用いて、塩化物イオン濃度プロファイルを作成し、図-2とした。図-2で用いている信頼限界においては、25mmのコア3本と80×80mmの平板のデータを総合して求めたもので、信頼度は95%に設定してある。

図-2からわかるように、25mmのコアの塩化物イオン濃度プロファイルはほぼ信頼限界内に収まっているといえる。これよりEPMA法による面分析では、25mmのコアからでも多くのデータを得ることができることから、ほぼ95%の信頼度を得ることができると考えられる。

今回、コアS3の浸透面からの深さが10mm前後において信頼限界から大きく外れている部分が見られた。この要因を調査するため、コアS3において新たに塩化物イオン濃度プロファイルを作成、検討を行った。その塩化物イオン濃度プロファイルを図-3に記す。

図-3において、コアS3の散布図、コアS3に処理をくわえた2つの散布図の計3つの散布図と図-2で用いたものと同様の信頼限界のグラフである。

今回、浸透面から深さ10mm前後でのバラツキは、コンクリート中に存在する大きな骨材や、表面の損傷などが塩化物イオンの浸透を妨げたり促進させたりすることによるものであると考えた。そこで、塩化物イオン浸透量のバラツキが大きい部分を排除し、塩化物イオン濃度プロファイル化した。S3-0は図-2と同様のものであり、その他2つのデータはバラツキの大きいデータを排除することにより、最終的に元のデータ数の1/2になったものをS3-1、1/5となったものをS3-2とした。

図-3からわかる通り、3つの散布図の違いはわずかであり、浸透面から10mm前後ではいずれも信頼限界内から大きく外れる結果となった。ここで、S3-2において塩化物イオン濃度が0となる箇所が見られるが、これは塩化物イオン濃度プロファイルに用いるデータからバラツキの大きいデータを排除した際、分析データがなくなってしまう箇所である。つまり、その箇所は骨材で占められている。

以上より、今回S3の浸透面からの深さ10mm前後の

位置で見られたバラツキは採取箇所の問題ではなく、表面付近における材料の不均一が要因であると思われる。

今までの結果を総括して、塩化物イオン濃度プロファイルに用いたデータの範囲が重複してないにもかかわらず変化が微小であり、ほぼ信頼限界内に収まっているといえることから、コア径が塩化物イオン濃度プロファイルに与える影響は微小なものであるといえる。

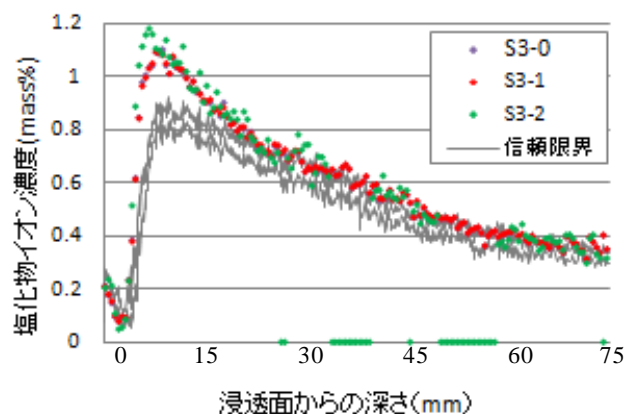


図-3 塩化物イオン濃度プロファイル

4. 結論

- (1) コンクリート中の塩化物イオンの浸透具合は採取箇所が近距離の場合、バラツキが少なく信頼度95%の信頼限界内に収まっているため、劣化予測に与える影響は小さい。
- (2) 1つのコアから塩化物イオン濃度プロファイルに用いるデータ数を減少させることによるバラツキは少ないことから、コア径、データ数が塩化物イオン濃度プロファイルに与える影響は少ない。
- (3) 実構造物から採取し、実際に異なる場所のコアでも、昨年度と同じ結論を導き出せた。これは提案している予測手法の信頼性を確認できたと同時に、本予測手法が実構造物の塩害劣化予測に適用できる可能性を示すことができた。

参考文献

- 1)大竹淳一郎ほか：EPMAによるコンクリート中の塩化物量の定量化に関する検討，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，V-162，2009
- 2)池田唯順ほか：統計的手法を用いたEPMA法による塩害劣化予測手法の確立，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，V-267，2009