

## FEM 解析による塩化物イオン浸透予測に関する研究

岡山大学大学院 学生会員 ○山本 健太郎  
 アイサワ工業(株) 正会員 細谷 多慶  
 岡山大学 正会員 綾野 克紀  
 岡山大学大学院 フェロー 阪田 憲次

### 1. はじめに

実環境下のコンクリート構造物に対する塩化物イオン浸透予測を行うためには、様々な条件を考慮できる FEM 解析が有効である。本研究では FEM 解析による塩化物イオン浸透予測を行う際に必要な飽和塩化物イオン量、拡散係数およびフィルム係数を算出し、多方向からの塩化物イオン浸透性ならびに浸透面に拡散係数の異なる材料を被覆した供試体における塩化物イオン浸透性について、実測値と解析値の比較を行った。

### 2. 実験概要

実験には、モルタル (W/C=0.6, S/C=4.0) および PCM (W/(C+S)=0.19) を用いた。供試体の作製は、「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法 (案)」(JSCE-G572-2003)<sup>1)</sup> に従って行った。多方向からの塩化物イオン浸透を受ける供試体は、図 1 に示す供試体を用いた。浸透面被覆供試体は、母材には 10%の塩化物イオン水溶液中に 365 日間浸せきさせたモルタルと同等の塩化物イオン分布をもつモルタル供試体を用いた。母材の浸透面にエポキシ樹脂、モルタルならびにポリマーセメントモルタル(以下、PCM と示す) を被覆した。いずれの供試体も、浸透面を除く全ての面にエポキシ樹脂を塗布し、10%の塩化物イオン水溶液に浸せきさせた。塩化物イオン量の測定は、チオシアン酸水銀(II)吸光光度法(JIS A 1154-2003)により硝酸で抽出される全塩化物イオン量を測定した。

### 3. 実験結果および考察

図 2 に、45×45×5mm のモルタル薄片供試体の塩化物イオン量の経時変化を示す。図中の点は実測値であり、曲線は回帰結果である。塩化物イオン量は最終的に収束し、終局値が飽和塩化物イオン量となる。

拡散係数は、エポキシ樹脂による浸透面被覆供試体を用いて、外部環境の影響がない供試体内部の拡散現象より算出した。図 3 に、内部拡散における塩化物イオン分布を示す。拡散係数は、塩化物イオン量の実測値と解析値の残差が最小となるように算出した。フィルム係数は、本手法より算出した飽和塩化物イオン量および拡散係数を用いて、塩化物イオン量の実測値と解析値の残差が最小となるように算出した。

図 4 に、多方向の浸透を受ける供試体の塩化物イオン量分布を示す。図中の点は実測値であり、曲線は解析結果である。検証は図 1 に示す断面 A-A で行った。図より、実測値と解析値はよく一致しており、本手法により算出した各係数ならびに FEM 解析による塩化物イオン浸透予測手法の妥当性が確認できる。

図 5 および図 6 に、モルタルおよび PCM による浸透面被覆供試体の塩化物イオン分布を示す。図中の点は実測値であり、曲線は解析結果である。図より、実測値と解析値はよく一致している。被覆材においては、モルタルに比べ、PCM 中での塩化物イオンの浸透が小さいことが分かる。しかし、母材のモルタル供試体においては塩化物イオン分布に大きな違いが見られない。塩化物イオンが十分に浸透した供試体では、拡散係数が小さい被覆材を用いても、母材のモルタル供試体の浸透性状に大きな違いが見られないことが分かる。

### 4. まとめ

本手法により算出した諸係数を用いて、多方向からの浸透を受ける供試体ならびに表面被覆供試体において FEM 解析を行った結果、実測値と解析値はよく一致した。PCM による被覆では、すでに母材に塩化物イオンが十分に浸透している場合では被覆材の効果が小さいことが分かった。

キーワード 塩化物イオン浸透予測, FEM 解析, 飽和塩化物イオン量, 拡散係数, フィルム係数

連絡先 〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境学研究科阪田・綾野研究室 TEL086-251-8920

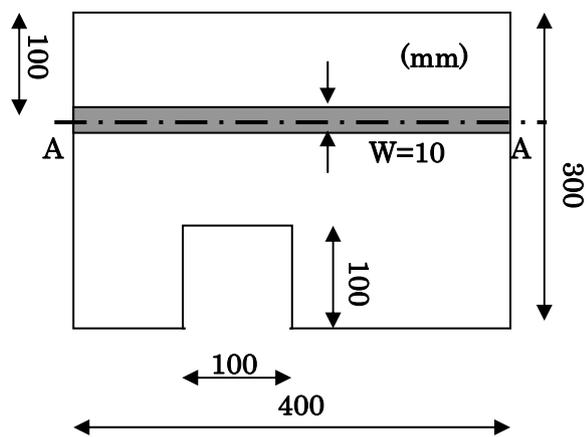


図1 多方向の浸透を受ける供試体

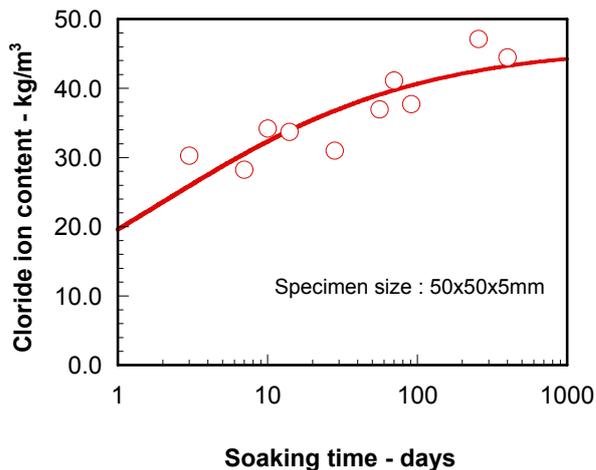


図2 薄片供試体の塩化物イオン量経時変化

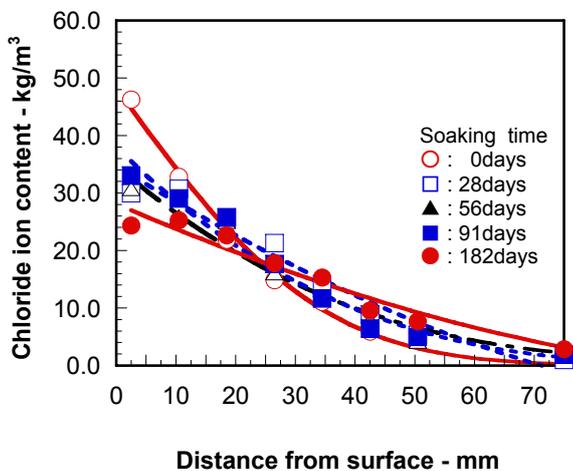


図3 内部拡散による塩化物イオン量経時変化

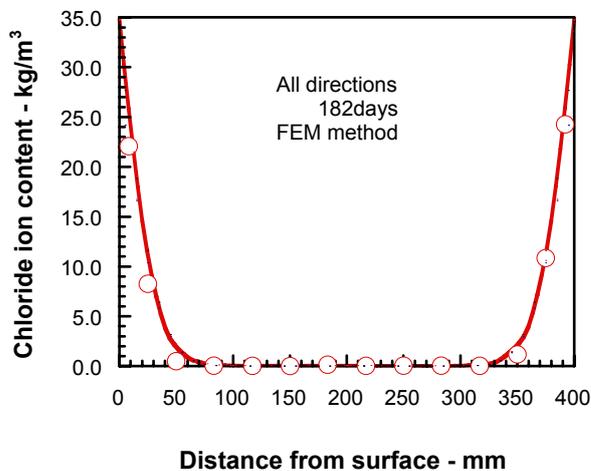


図4 多方向における塩化物イオン量分布

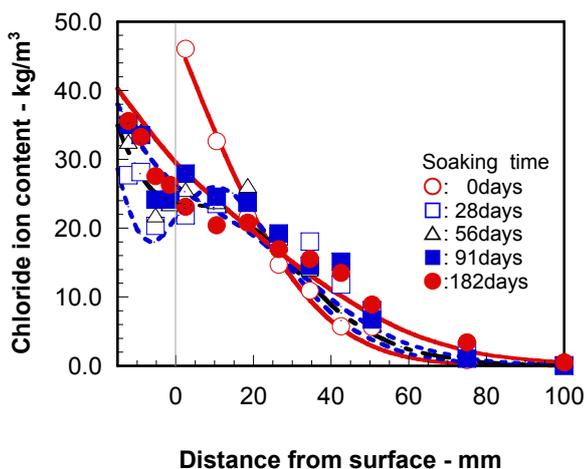


図5 内在塩化物イオンを含むモルタル被覆供試体の塩化物イオン量分布

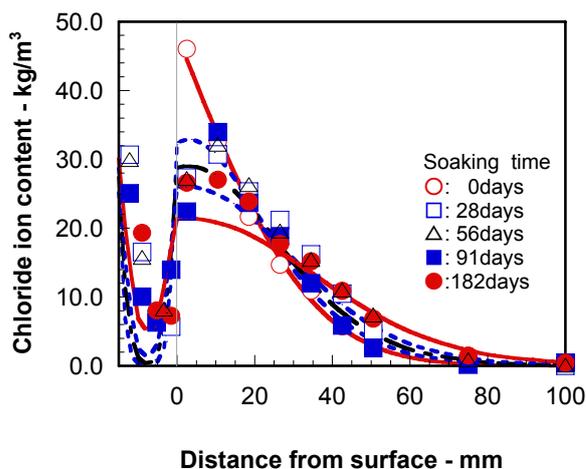


図6 内在塩化物イオンを含むPCM被覆供試体の塩化物イオン量分布

参考文献

1) 土木学会 2005年制定コンクリート標準示方書 [基準編] pp275-279