

コンクリート中への塩化物の浸透予測手法に関する研究

岡山大学大学院	学生会員	○山本健太郎
岡山大学大学院	学生会員	森脇 拓也
アイサワ工業(株)	正会員	細谷 多慶
岡山大学大学院	正会員	綾野 克紀

1. はじめに

塩害によるコンクリート構造物劣化予測を行うためには、精度の良い塩化物イオン浸透予測を行うことが必要である。土木学会で提案されている塩化物イオン浸透予測手法¹⁾は、平面形状に対する一方向の浸透性を評価する手法であり、任意形状の構造物の予測は困難である。そこで本研究では、任意形状の構造物にも対応可能とするため、FEMによる塩化物イオン浸透予測手法を提案し、その妥当性について検討を行った。

2. 実験概要

実験は、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)に基づき行った。実験にはモルタル供試体およびコンクリート供試体を使用し、モルタル供試体は3.5%および10%のCl水溶液中に、また、コンクリート供試体は10%Cl水溶液中に浸せきさせた。分析用試験片の厚さは、モルタル供試体は5mm、コンクリート供試体は7mmとし、図-1に示すように10箇所から切出した。測定は0, 7, 14, 28, 56, 70, 91日と種々の浸せき期間で行った。なお、塩化物イオン量の測定はJIS A 1154-2003に規定されたチオシアン酸水銀(Ⅱ)吸光光度法に基づき行った。

3. 実験結果および考察

図-2に、各浸せき期間における塩化物イオン量分布を示す。図中の点は実験値であり、曲線は回帰曲線である。この図より浸せき期間91日までに於いては、浸せき表面から50mmより深い位置では、塩化物イオンの浸透はほとんど認められないことが分かる。また、供試体内部では、時間の経過とともに塩化物イオンが浸透していることがわかるが、供試体表面部では浸せき初期から塩化物イオンが多く浸透していることが分かる。

図-3に、供試体表面における浸透可能な塩化物イオン量と単位時間あたりに浸透する塩化物イオン量の関係を示す。図より明らかなように、両者は線形関係で表されることが分かる。従って、FEMによる数値解析に必要なフィルム係数は図-3に示される直線の傾きから得られることが分かる。

拡散係数を定数とすれば、拡散方程式を基に式(1)が得られる。

$$D = \{C(0,t) \cdot q_t - \int_0^L (C(x,t) \cdot \partial C(x,t) / \partial x) dx\} / \left\{ \int_0^L (\partial C(x,t) / \partial x)^2 dx \right\} \quad (1)$$

図-4に、実験値を基に計算した式(1)の分子の値および分母の値の経時変化を示す。この図より、分子の値および分母の値が同様に時間とともに減少する傾向を示している。従って、任意時間における式(1)の分子の値と分母の値の比はほぼ同じ値となる。従って、式(2)に示すように、分子および分母をそれぞれ測定期間にわたって時間積分した値の比を拡散係数とする手法を本研究では提案した。

$$D = \int_0^L \{C(0,t) \cdot q_t - \int_0^L (C(x,t) \cdot \partial C(x,t) / \partial x) dx\} dt / \int_0^L \left\{ \int_0^L (\partial C(x,t) / \partial x)^2 dx \right\} dt \quad (2)$$

本研究で提案する手法により求めた拡散係数およびフィルム係数を用いてFEM解析を行った結果を、図-5に示す。この図より実験結果とFEMによる解析結果とは良い一致を示していることが分かる。また、図-6に、浸せき開始後91日目、133日目および414日目における実験結果とFEMによる解析結果の比較を示す。この図からも、両者は良い一致を示しており、本手法によって求めた拡散係数の妥当性が認められる。

4. まとめ

FEMを用いた数値解析による塩化物イオン浸透予測を行う際に必要な塩化物イオン拡散係数とフィルム係数を実験的に求める手法を提案した。解析結果と実験結果との比較により、一方向の浸透予測に関して、精度の良い結果が得られることを確認した。

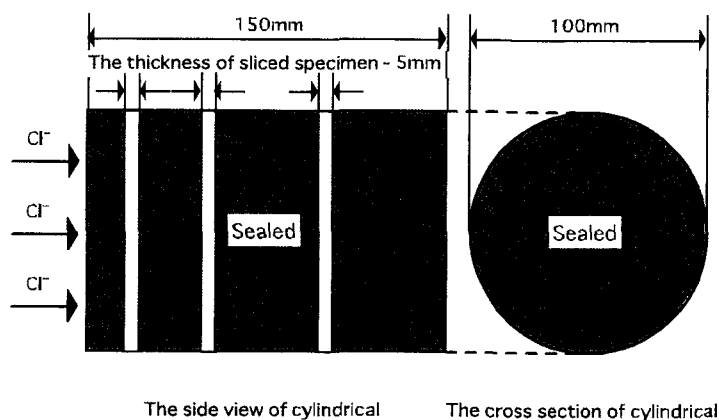


図-1 供試体の分割方法

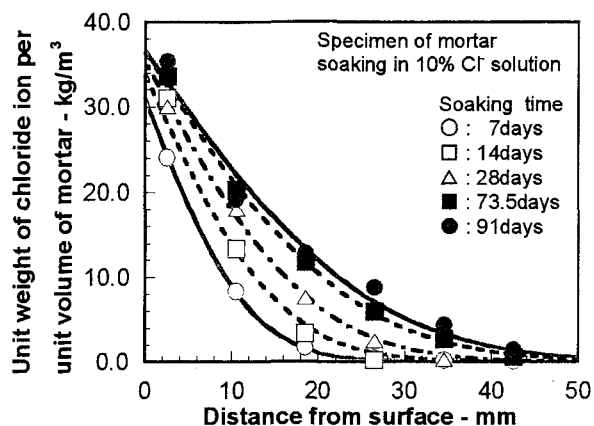


図-2 各浸せき期間における塩化物イオン分布

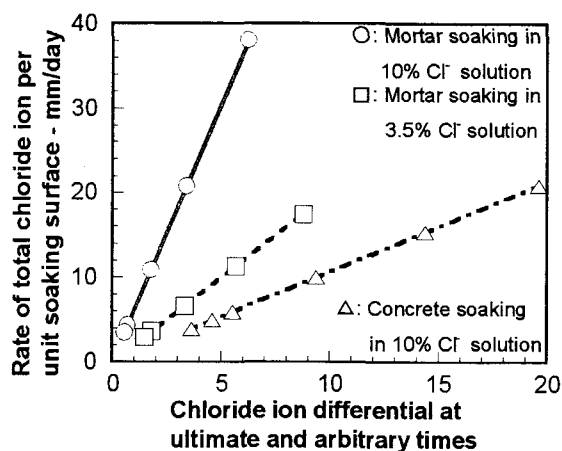


図-3 フィルム係数

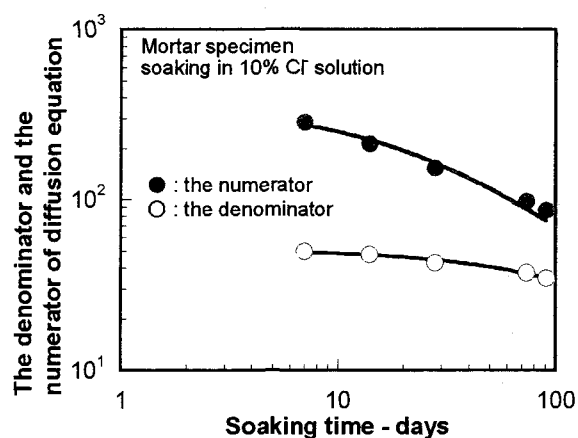


図-4 拡散係数の分子項と分母項の経時変化

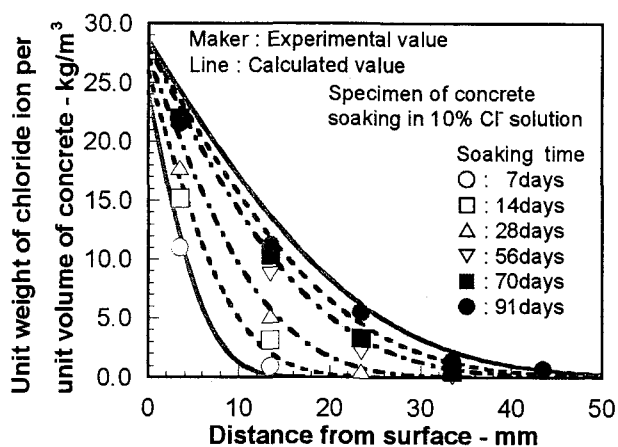


図-5 塩化物イオン浸透予測解析

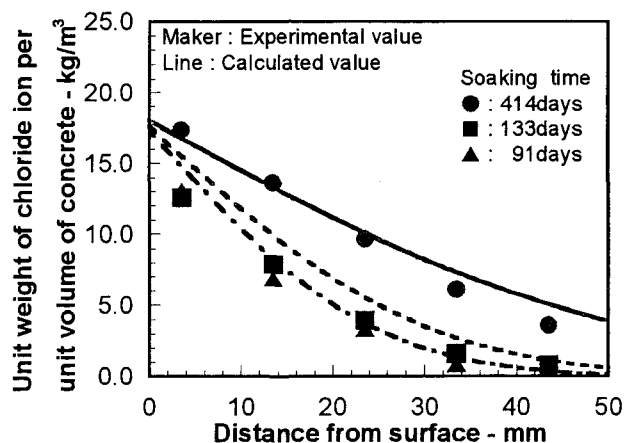


図-6 塩化物イオン浸透予測

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会：2001年制定コンクリート標準示方書[維持管理編]，土木学会，pp99-102，2001.1