

室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測に関する研究

中部電力（株） 正会員 ○橘 泰久, 児玉 守広, 正会員 中村 昭男
 鹿島技術研究所 フェロー 坂田 昇, 正会員 横関 康祐, 正会員 林 大介

1. はじめに

海洋環境下に供用されるコンクリート構造物の性能照査型設計や計画的な維持管理を実現するためには、精度の高い塩化物イオン浸透予測が必要とされる。これまでに、コンクリート中への塩化物イオンの浸透について様々な研究が行われており、配合条件や環境条件を考慮した予測が可能になりつつある¹⁾。しかし、使用実績の少ないセメントや新たに開発された材料に対応可能な予測モデルはほとんどないのが現状である。本研究では、室内促進試験の促進倍率を評価し、室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測手法について検討した。さらに、検討された手法を用いて、使用実績の少ないフライアッシュ混入高炉セメント（以下、3成分系セメント）の塩化物イオン浸透予測を行った。

2. 検討方法

(1) 室内促進試験

本検討では、3%人工海水による乾湿繰返し試験の結果²⁾を用いた。試験は、40℃における乾燥6時間、浸漬6時間を1サイクルとし、600サイクルまで実施している。検討ケースを表-1に示す。

(2) 室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測手法

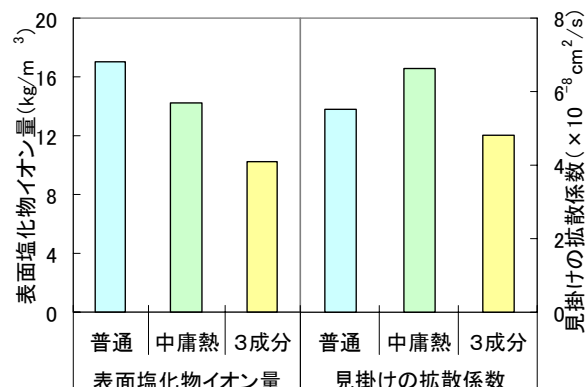
以下の手順に従い、室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測手法について検討した。まず、普通ポルトランドセメント（以下、普通セメント）の試験結果を、実構造物の干満帯8箇所から採取した調査データと比較し、促進倍率を評価した。促進倍率の評価では、塩化物イオン量を直接比較するのではなく、表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数を比較した。ここで対象とした実構造物は、ケース1と同配合のコンクリートを用いた海洋構造物であり、年平均気温16.2℃の場所に位置している。調査は、供用開始から26年を経過した時点で行った。次に、得られた促進倍率および中庸熱ポルトランドセメント（以下、中庸熱セメント）の試験結果を基に実構造物の表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数を推定し、塩化物イオン浸透予測を行った。さらに、予測結果を実構造物の干満帯2箇所より採取した調査データと比較し、予測手法の精度を確認した。ここで対象とした実構造物は、ケース2と同配合のコンクリートを用いた海洋構造物であり、年平均気温16.2℃の場所に位置している。調査は、供用開始より9年を経過した時点で行った。最後に、検討された方法により、3成分系セメントの試験結果を用いて海洋構造物の干満帯の塩化物イオン浸透予測を行った。

表-1 検討ケース²⁾

ケース	セメント種類	W/C
1	普通ポルトランドセメント	54%
2	中庸熱ポルトランドセメント	53%
3	3成分系セメント	45%

3. 室内促進試験結果

室内促進試験結果²⁾を基に算出された表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数を図-1に示す。表面塩化物イオン量は、3成分系セメント、中庸熱セメント、普通セメントの順に小さな値を示している。また、見掛けの拡散係数は、ほぼ同程度であるものの、3成分系セメントの値が他のセメントよりも若干小さい結果となっている。

図-1 室内促進試験結果²⁾

キーワード 劣化予測, 乾湿繰返し試験, 表面塩化物イオン量, 見掛けの拡散係数, 3成分系セメント
 連絡先 〒461-8680 名古屋市東区東新町1番地 中部電力（株）土木建築部 TEL 052-973-2254

4. 室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測結果

(1) 室内促進試験の促進倍率

普通セメントの室内促進試験および実構造物の表面塩化物イオン量を図-2に示す。また、見掛けの拡散係数を図-3に示す。室内促進試験の表面塩化物イオン量は、実構造物の1.8～3.2倍となり、平均値の2.3倍となった。また、見掛けの拡散係数は、実構造物の1.9～18.1倍となり、平均値の5.2倍となった。これらの促進倍率には、海水に浸漬される時間や環境温度等が影響を及ぼすものと考えられる。既往の研究によれば、見掛けの拡散係数はアレニウスの理論に従い、25℃上昇すると約1.5倍になることが報告されている¹⁾。本検討の結果はそれよりも大きな値を示しており、浸漬時間等の影響も受けたものと考えられる。

(2) 室内促進試験に基づく塩化物イオン浸透予測手法の検証

前述の促進倍率および中庸熱セメントの試験結果を用いて実構造物の塩化物イオン浸透予測を行った。予測結果を実構造物の調査データと併せて図-4に示す。予測された塩化物イオン量の分布は実構造物とほぼ同様の傾向および同程度の値を示しており、本方法によって精度の高い予測が可能であることが確認された。また、予測の上限値とほぼ一致する調査データもあったことから、上限値を踏まえた維持管理が必要なことも示唆される結果となった。

(3) 3成分系セメントの塩化物イオン浸透予測結果

促進倍率および3成分系セメントの試験結果に基づく実構造物の塩化物イオン浸透予測結果を図-5に示す。ここでは、予定供用期間を100年と仮定した。予測結果より、3成分系セメントを用いることにより、ケース1およびケース2に比べて塩化物イオンの浸透量を低減できることが確認された。また、表面被覆等を実施しない場合、鉄筋腐食を開始させないために必要なかぶりは、平均で85mm程度であり、上限値で125mm程度であった。

5. まとめ

- 1) 本研究における乾湿繰返し試験の表面塩化物イオン量および見掛けの拡散係数の促進倍率は、それぞれ実構造物の干満帯の1.8～3.2倍程度および1.9～18.1倍程度であった。
- 2) 本研究で得られた促進倍率を用い、300日間程度の室内促進試験を実施することによって、精度の高い塩化物イオン浸透予測が可能となる。
- 3) 3成分系セメントの塩化物イオン浸透抑制効果を確認した。

参考文献

- 1) 林大介，横関康祐，永田茂，坂田昇：塩害環境下におけるコンクリート構造物の劣化予測に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，2003年（投稿中）
- 2) 中村昭男，児玉守広，橘泰久，坂田昇，横関康祐，林大介：3成分系セメントの海水浸透性に関する一実験，土木学会第58回年次学術講演会講演概要集，2003年9月

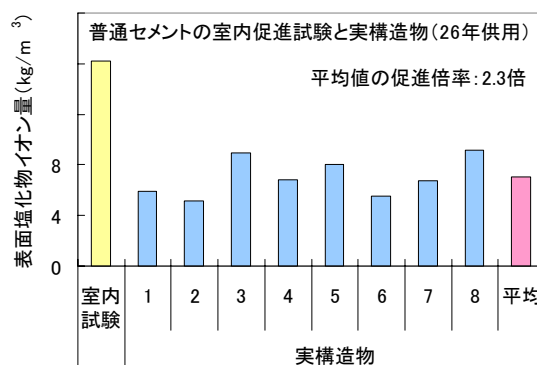


図-2 表面塩化物イオン量

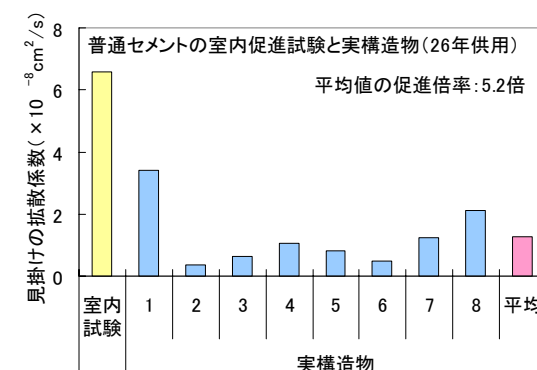


図-3 見掛けの拡散係数

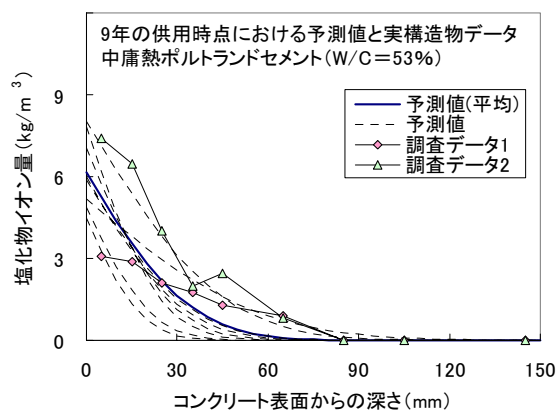


図-4 予測値と実構造物データ

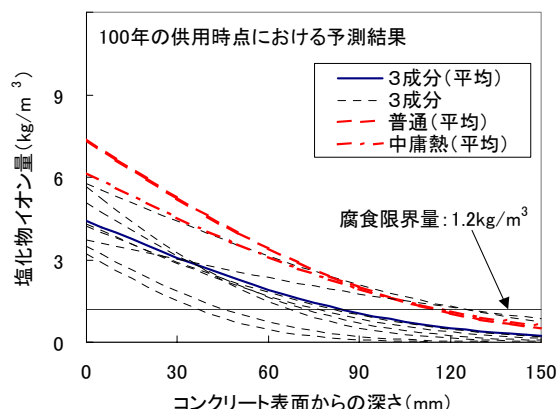


図-5 塩化物イオン浸透予測結果