

イオン交換樹脂を用いたコンクリートの脱塩効果に関する研究

岡山大学大学院 学生員 ○藤井 隆史

岡山大学大学院 正会員 綾野 克紀

岡山大学環境理工学部 正会員 阪田 憲次

1. はじめに

塩害によるコンクリート構造物において劣化が著しい。塩害は、コンクリート中の塩化物イオン(Cl^-)が鉄筋を腐食させることで引き起こされる¹⁾。多くのコンクリート構造物が造りかえ困難であることを考えると、劣化の原因である Cl^- の脱塩処理はこれからの維持管理には不可欠なものとなってくる。そこで本研究ではイオン交換樹脂ならびに塩化水素吸着剤として用いられているカルシウムフェライト複合酸化物(Ca-Fe)²⁾を用いて、コンクリートの脱塩を試みる。 Cl^- 濃度勾配を利用し、イオン交換樹脂や Ca-Fe を用いることで Cl^- を固定させ水のみよりも濃度勾配を大きくし脱塩効果が高まることを確認した。

2. 実験概要

実験に使用したイオン交換樹脂は粒状および粉状のものがそれぞれ陽イオン交換樹脂:陰イオン交換樹脂=1:1[質量比]で混合したものをを用いた。また Ca-Fe は Fe/Ca 比の違う2種類のものをを用いた。イオン交換樹脂、 Ca-Fe をそれぞれ 1.5~12g 秤量し蒸留水 100ml 加えた脱塩処理溶液とした。

脱塩対象試料として、一辺が 20mm のモルタル片と $\phi 100 \times 50\text{mm}$ の円柱モルタルを使用した。配合は水セメント比 0.5、砂セメント比 4.25 で、セメントは普通ポルトランドセメント（密度： 3.15g/cm^3 ，ブレン値： $3,200\text{cm}^2/\text{g}$ ）、砂は川砂（密度： 2.53g/cm^3 ， $\text{FM}: 2.25$ ，吸水率： 1.24% ，単位容積質量： $1,600\text{kg/m}^3$ ）を使った。水は水道水と塩分濃度 3%の人工海水を使った。水道水を用いたモルタルは塩分を含有させるために、塩分濃度の違う3種類の人工海水に1ヶ月浸漬し、塩分を含有させ試料とした。円柱モルタルは脱塩処理後、底面側から厚さ約 5mm に乾式カッターで3層切り出した。

モルタル片は脱塩処理溶液に浸し脱塩を行った。円柱モルタルは試料の底面だけを接触させて脱塩を行った。一定期間放置し取り出した試料をすりつぶしてチオシアン酸水銀(II)を用いた吸光光度法で塩素定量試験を行った。

3. 実験結果

Fig.1 はモルタル片をそれぞれの脱塩処理剤を 3g, 6g 用いて脱塩処理したときの脱塩割合の結果を表している。水のみで約 35%脱塩できており、イオン交換樹脂(IER)や Ca-Fe を用いることで脱塩効果が高くなっている。イオン交換樹脂の形状の違いや Ca-Fe の Fe/Ca 比の違いによる脱塩効果の差はほとんどないと考えられる。またイオン交換樹脂、 Ca-Fe とも実験を行った範囲では脱塩剤量による脱塩割合への影響はあまりみられなかった。Fig.2 はイオン交換樹脂、 Ca-Fe および水のみで脱塩を行ったときの脱塩割合の経時変化である。水のみが 28 日目で達成した脱塩割合を Ca-Fe はおよそ 12 日で達成していることから高い脱塩能力がわかる。Fig.3 は初期塩分量のちがう試料を Ca-Fe を用いて脱塩を行った場合の結果である。初期塩分量が大きいほど脱塩割合が大きい傾向を示した。図中の Criterion は土木学会のフレッシュコンクリート時における塩分含有量の基準値 0.3kg/m^3 に相当する線である。水のみと Ca-Fe でおよそ 15%の差があることからこれを利用することで、コンクリートの健全度を示すものとして使えるのではないかと考えられる。

Fig.4 は人工海水を用いた円柱モルタルを $\text{Ca-Fe} 3.0\text{g}/\text{水 } 100\text{ml}$ で処理した場合の接触面からの距離と脱塩割合の結果である。円柱モルタルを Ca-Fe の量を変えて脱塩を行えば、脱塩処理溶液との接触面では脱塩効果は認められたが、接触面から離れると塩分量は処理前の値よりも増加していることがわかる。

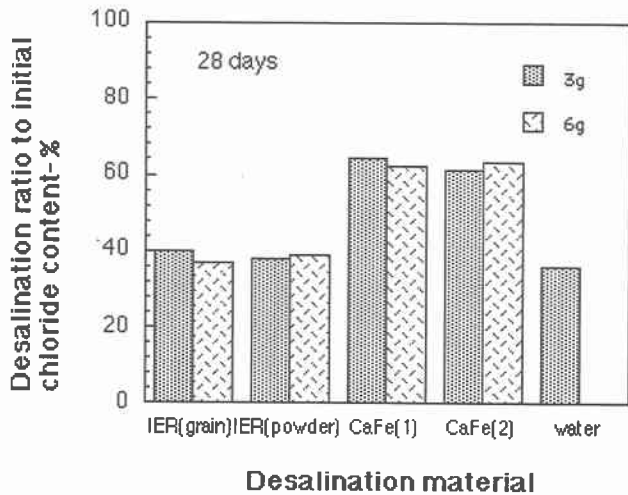


Fig.1 脱塩処理剤と脱塩割合の関係

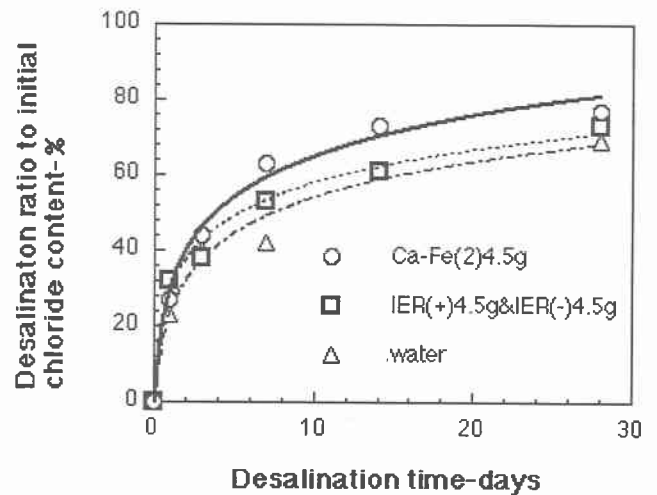


Fig.2 脱塩時間と脱塩割合の関係

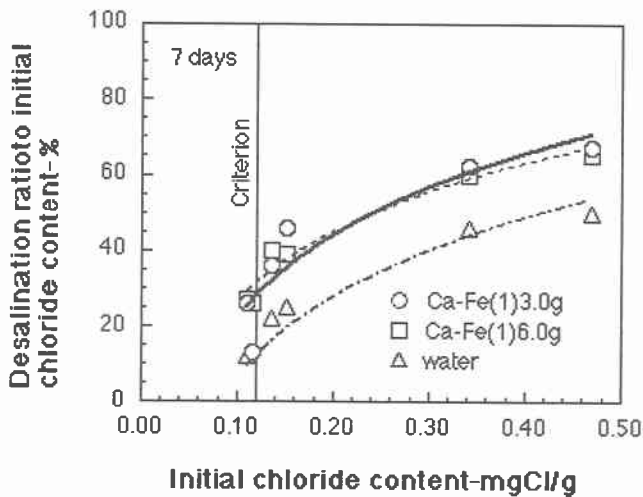


Fig.3 初期塩分量と脱塩割合の関係

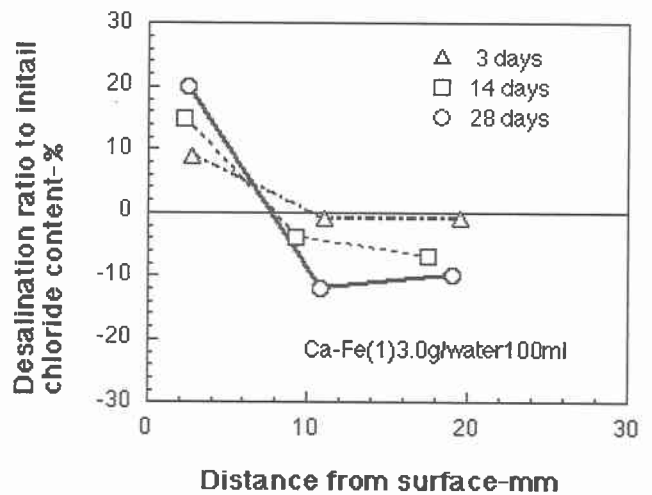


Fig.4 処理溶液接触面からの距離と脱塩割合の関係

4. まとめ

本研究では Cl 濃度勾配を利用して脱塩を行ったが、水のみの場合でも脱塩できていたことから Cl 濃度勾配によって脱塩が行われることが確認された。そしてイオン交換樹脂や Ca-Fe を用いることで脱塩効果を高めることができた。Ca-Fe の場合、溶液中にはカルシウムイオンや鉄イオンなどの多くの陽イオンが存在しており、これらも脱塩に影響していると考えられる。この原理を用いれば硫酸イオンなどのほかの有害イオンを処理することも可能であると考えられる。

<参考文献>

- 1)大即信昭他「コンクリート構造物の耐久性シリーズ 塩害 (I)」技報道出版(1986)
- 2)今井知之他「PVC 燃焼時に発生する塩化水素捕捉用 Ca-Fe 複合酸化物とその熱安定剤としての評価」廃棄物学会論文誌別冊 Vol.12, No.4, pp177-183(2001)
- 3)北後征雄他「電気化学的手法によるコンクリート改質と補修効果に関する実証的研究」土木学会論文集 No.641, V-46, pp105-115(2000)