

塩化ナトリウムを多量に含むコンクリート構造物からの 新規脱塩処理法

研究代表者 理工学研究科 M2 佐々木 寛滋

研究の目的

耐用年数は100年以上といわれ、現代の我々の社会基盤となっているコンクリート構造物が建設後20年足らずでひび割れ、崩落など起こす事故が最近多発している。コンクリート構造物の早期劣化が近年社会問題となりはじめたのは、約15年前であり、以来様々な研究が行われた。そして早期劣化の主な原因として、塩害と中性化の2つが現在指摘されている。

塩害は、コンクリート構造物中に塩化物イオンが存在すると、それが原因となって鋼材が腐食し、錆が生成し膨張することにより、コンクリートがひび割れる現象を指す。この様子を模式的にFig.1に示す。

本来コンクリート構造物を作る際には、使用する材料に含まれる塩化物イオンに規定値が設けられているが、1970年代以降に建てられたコンクリート構造物の多くに塩化物イオンが多量に含まれることが明らかになってきている。我が国の高度経済成長期にコンクリート構造物の数は飛躍的に増加し、それに伴いコンクリート構造物の材料となる細骨材(砂)の使用量も増加した。このため海砂が細骨材不足を補うために大量に使われた。本来ならば、海砂であっても洗浄により除塩して、規定値(0.6 kg m⁻³)を下回ったものであれば使用可能である。しかし経済効率を優先させるあまり、この除塩過程は不十分なことが多く、塩化物イオンを多量に含む海砂をそのまま使用したコンクリート構造物が、数多く作られ、これが早期劣化を引き起こしている。

本研究では、塩化物イオンを吸着する陰イオン交換樹脂を用い、コンクリート構造物表面からその内部の塩化物イオンの除去を試みた。コンクリート内部の塩化物イオンを簡単な手法で除去する事ができれば、既存のコンクリート構造物の早期劣化を防止することが可能であり、使用年数を飛躍的に延ばすことも可能であると考えられる。

研究成果

1. 実験方法

本研究では、筒状のセルロース膜に陰イオン交換樹脂を蒸留水を用いて充填し両端をプラス

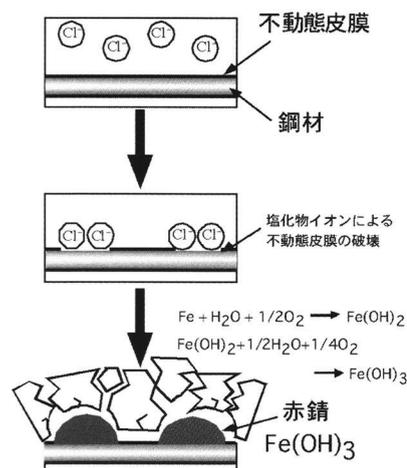


Fig.1 塩化物イオン存在下でのコンクリート破壊のメカニズム

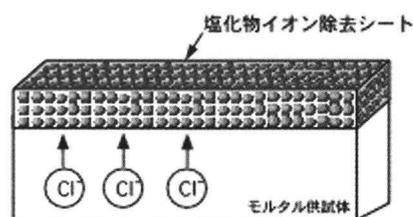


Fig.2 脱塩処理法模式図

チック製のクリップで封止した“塩化物イオン除去シート”を作成し、これをモルタル供試体に一定期間張り付けることにより、供試体内部の塩化物イオンの除去を試みた(Fig. 2)。

モルタル供試体は、NaClの添加量を1本の供試体当たり1.54 g、0.768 g、0.0 g(以下では、1.54 g/sample、0.768 g/sample、0 g/sampleと表記する)の3種類作成し、塩化物イオン除去シートを張り付ける時間を変え、そのときの塩化物イオン除去シート内のイオン交換樹脂に吸着した塩化物イオンの定量を行った。モルタル内からの塩化物イオンの除去量は塩化物イオン除去シート内のイオン交換樹脂を蒸留水を用いカラムに充填し、濃度既知のNaOH水溶液を一定流速(1 cm³ min⁻¹)で滴下する事によりイオン交換樹脂に吸着したCl⁻を抽出し、濃度既知の塩酸で滴定を行うことにより定量した。得られた値を、モルタルへの

NaCl添加量との比較を容易にするためNaCl量(g)に換算し、以下では示す。

コンクリート構造物を作る際には、養生(curing)という作業が行われる。コンクリート構造物の硬化はセメントと水との水和反応であり、その反応はゆっくりと進行する。そのため、目的強度に達するまで、一定期間、水を供給し続ける必要があり、通常試験に用いる小型のモルタル供試体などは、水中に沈めて行う、水中養生が行われる。

本実験では、水中養生を行った供試体やと養生を行っていない供試体についても同様な検討を行った。なお、水中養生を行った際にモルタル供試体から水中に流出した塩化物イオン量については、ファヤンス法により、ウラニン溶液を指示薬として、0.1N AgNO₃で養生時に用いた水を滴定することにより定量を行った。

2. 結果と考察

養生を行っていない1.54 g/sample、0.768 g/sample、0 g/sampleに、塩化物イオン除去シートを24 hから504 hの範囲で張り付ける時間を変え、そのときの脱塩量について検討を行った(Fig. 3)。それぞれの脱塩量は、NaCl添加量に対し、最大で13.3%~14.6%であり、張り付け開始からしばらくは急激に増加するが、168hをすぎると一定量となった。この結果より、塩化物イオン除去シートにより、短時間である程度の脱塩が可能であることが明らかになった。

また、さらなる脱塩を目指し1.54 g/sampleについて、336 h、504 h塩化物イオン除去シートを張り付けたものを58日間放置し、その後新たに塩化物イオン除去シートを168 h張り付け脱塩処理を行った(Fig. 4)。

一定期間塩化物イオン除去シートを張り付けると、脱塩量は一定値となるが、期間をおき、新たに張り付けると再度脱塩が可能であった。以上のことから、モルタル内部では濃度勾配がおこり塩化物イオンが移動している可能性が示唆され、時間の経過と共にさらに脱塩がより促進されるものと期待される。

産業技術への貢献

近年コンクリート崩落事故が多発している山陽新幹線を管理するJR西日本(株)では、この先2年間でその補修費用は200億円を超えることを明らかにしている。本研究で、塩化物イオン除去シートを用いることにより、コンクリート構造物表面

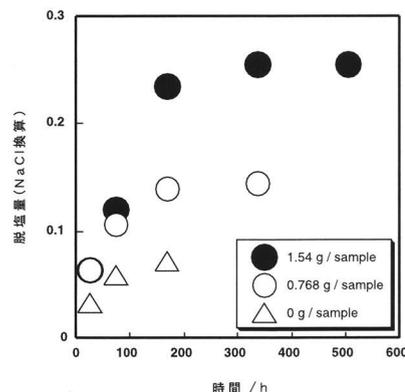


Fig.3 塩化物イオン除去シートによる各モルタル供試体からの脱塩量の時間の変化

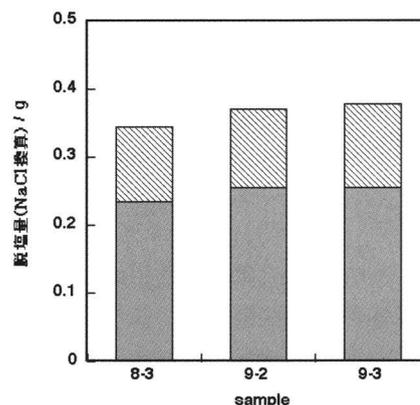
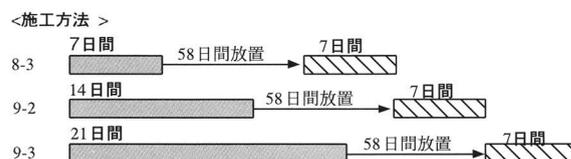


Fig.4 塩化物イオン除去シートの施工方法を変化させた場合の脱塩量の比較



から塩化物イオンが除去できることが明らかとなった。この手法はさらに施工方法などを工夫し発展させることにより、塩害によるコンクリート構造物の早期劣化問題を解決する1つの有効な手段になるものと期待される。

研究発表

- 1) 佐々木寛滋：コンクリート構造物からの新規脱塩処理法に関する研究；修士論文(2001)

連絡先

電話 0836-85-9282 (ダイヤルイン)

E-mail: b1514@stu.cc.yamaguchi-u.ac.jp