

V-57 モルタルの耐凍害性に対する電着工法の有効性

東北工業大学大学院 学生会員 ○沢里 真吾

東北工業大学大学院 学生会員 大谷 俊介

東北工業大学 正会員 外門 正直

1. はじめに

積雪寒冷地域では、鉄筋コンクリート橋などのコンクリート構造物は凍結と融解の繰り返しによる内部組織の破壊や、スケーリングなどの凍害劣化を受ける。加えて凍結防止剤が散布されることにより、凍害の促進や塩害などの影響も受ける。特にスパイクタイヤの使用が規制されて以来、凍結防止剤の散布量は近年急激に増加しており、事態は益々深刻化している。一方で、電気化学的手法により主に海水中のコンクリート構造物の補修等に用いられる電着工法がある。電着工法はコンクリート中の鉄筋を陰極とし、電解質溶液中に仮設陽極を設置して電気回路を形成し通電することで、溶液中の陽イオンを電気泳動によりコンクリート表面に電着物として析出させ表面の被覆を図るものであり、コンクリート中の塩分を除去する効果もある¹⁾。

本研究では、電着工法が表面の被覆に効果的であることと、塩害に対しても有効であることから電着工法の適用が凍害の抑制に効果的であるかを検証した。

2. 実験概要

本実験では配合を $W/C=0.5$ 、 $S/C=2.25$ とし、普通ポルトランドセメントを使用して $4\text{cm} \times 4\text{cm} \times 8\text{cm}$ のモルタル角柱供試体を作成した。中央に SD295A D10 の鉄筋を供試体より 2cm 長く切断し、供試体上面から 2cm 突き出すように配置した。脱型後材齢 28 日まで水中養生を行い、鉄筋にリード線をハンダ付けした後、供試体の両端面を塩化ビニル樹脂でシールした。電解質溶液には電着効果が高いとされる塩化マグネシウム (MgCl_2) 水溶液²⁾を使用した。本実験では電流密度を 1.0 A/m^2 で一定とし水溶液濃度を変化させたもの、水溶液濃度を 0.3 mol/l で一定とし電流密度を変化させた 2 種類の実験を行った。通電に使用した電流密度は 0.3 、 0.5 、 1.0 、 3.0 A/m^2 の 4 種類、水溶液濃度は 0.1 、 0.5 、 1.0 mol/l の 3 種類に設定した。なお、それぞれの実験では同じ濃度の水溶液およびイオン交換水に浸漬した供試体との比較を行った。図-1 に供試体名称の分類を示す。本実験では耐凍害性を評価するために、凍結融解実験 (JIS A6204 準用)、スケーリング実験 (RILEM CDF 法準用) を行った。凍結融解実験では、通電、浸漬終了後の供試体を凍結融解試験機に入れ、30 サイクル毎に一次共振振動数を測定し耐久性指数を求めた。スケーリング実験では、測定対象面を一面に定め、通電、浸漬終了後の供試体を凍結融解させた。通電期間 7 日おき、凍結融解期間 4 サイクルおきにトレースを行い、電着物被覆率とスケーリング率を求めた。なお、電着物被覆率は供試体 1 面に対する電着物の面積を、スケーリング率は供試体 1 面に対するスケーリングした面積をそれぞれ百分率で表した。

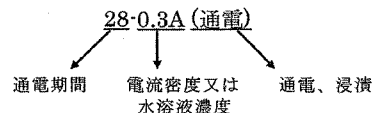


図-1 供試体名称の分類

3. 実験結果および考察

(1) 凍結融解実験

図-2 に耐久性指数の比較を示す。水溶液濃度別の比較では、通電したいずれの供試体も浸漬のみの供試体に比べて耐久性指数が大きくなる傾向であった。7 日および 14 日の通電した供試体は、水溶液濃度の変化により耐久性指数に大きな違いはなかったが、28 日間の通電ではその差が顕著になり、 0.1M の供試体は大きく向上したが、逆に 1.0M の供試体は耐久性指数が大きく減少した。次に電流密度別では、水溶液濃度別の場合と同様に通電した供試体は浸漬のみの供試体よりも耐久性指数が高くなった。通電した供試体は電流密度の違いによる耐久性指数に大きな違いはなく、28 日間の通電では電流密度が高いものほど耐久性指数が僅かに

高くなる傾向があった。水溶液濃度、電流密度の比較を通して通電することによって耐久性指数が向上する傾向であったが、長期間の通電に高い水溶液濃度を使用すると耐久性指数が低下する可能性も考えられる。

(2) スケーリング実験

図-3 に電着物被覆率の変化を示す。水溶液濃度別の比較では、低い濃度ほど早期に高い電着物被覆率となった。しかし、凍結融解作用により、低い濃度の水溶液で通電した電着物ほど早期に剥がれ落ちる傾向があることが分かる。電流密度別においても同様に、早期に高い電着物被覆率となった高い電流密度で通電した供試体の電着物ほど、凍結融解作用により剥がれ落ちやすい傾向にあった。

次に、図-4 にスケーリング率の変化を示す。水溶液濃度、電流密度の変化とともに通電した供試体は水に浸漬した 28-W(浸漬)に比べてスケーリングを抑制する効果があった。その中でも、電着物が凍結融解作用により剥がれ落ちにくかった水溶液濃度が高いもの、および電流密度が低いものは、スケーリングに対する抵抗性が高くなると考えられる。

(3) スケーリングと耐久性指数の関係

通電により析出する電着物に関しては、既往の研究⁸⁾から析出速度が速いものほどその構造は粗となるとされている。スケーリング実験においては、電着物の析出速度が速いほど剥離も早い傾向となったことから、被覆する電着物が供試体のスケーリング抵抗性に影響を与えるものと考えられる。しかし、一般にスケーリング抵抗性が良好なものは耐久性指数も高くなると考えられるが、本実験では対象的な傾向となった。これは通電により何らかの負の作用が生じたことも考えられる。これらについては今後の研究で明らかにしたい。

4. まとめ

本実験では、電着工法を行った供試体の耐凍害性を評価するために凍結融解実験とスケーリング実験を行った。その結果、通電を行うことにより、耐久性指数の向上またはスケーリングを抑制する効果があった。よって、電着工法は凍害の抑制に効果があると考えられるが、耐久性指数とスケーリングの関係性については不明確な点もあり、今後も詳細な検討が必要であると考ええる。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会, 電気化学的補修工法研究委員会: 電気化学的防食工法設計施工指針(案), 2001, 11
- 2) 大即信明, 宮里心一, 柳在碩, 西田孝弘, 久田真: 乾燥収縮により劣化したモルタルの補修に対する電着工法の適用可能性, 材料, Vol149, No. 2, pp. 215-221, Feb. 2000
- 3) 大即信明, 西田孝弘, 宮里真一, 皆川浩: 陸上鉄筋コンクリートのひび割れ補修に対する電着機構の解明と最適な電着条件の選定, 材料, Vol151, No5, pp. 573-580, May. 2002

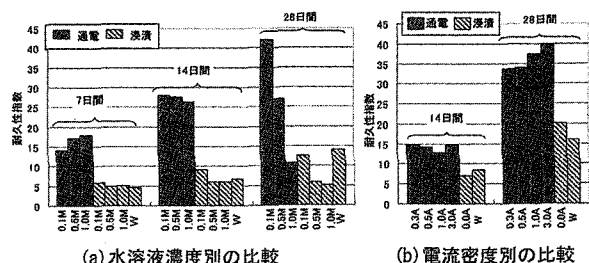


図-2 耐久性指数の変化

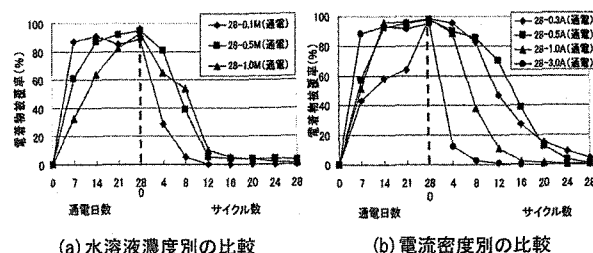


図-3 電着物被覆率の変化

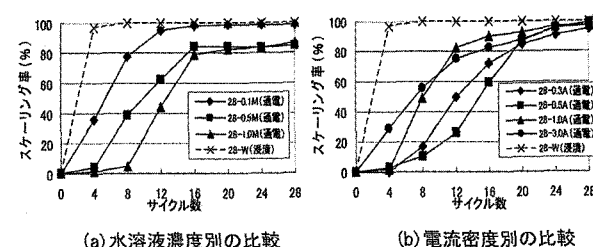


図-4 スケーリング率の変化