

シラン系表面含浸材塗布後のコンクリートに対する流電陽極方式の電気防食の適用方法

株式会社ナカボーテック 正会員 ○大谷 俊介, 正会員 染谷 望, 非会員 立石 英也

1. はじめに

コンクリート構造物に対する表面含浸工法は、コンクリート内の塩化物イオン濃度が高い状態で施工した場合には腐食抑制効果が得られにくく、施工後に鋼材腐食による劣化が生じる場合がある¹⁾。そのため、シラン系表面含浸材を施工したコンクリート構造物に対する電気防食の適用も想定されるが、シラン系表面含浸材はコンクリート表面には水層を形成するため、表面設置型の流電陽極方式の電気防食は適さない。そこで本試験では、シラン系表面含浸材を塗布したモルタル供試体の深さ別の表面抵抗率を測定し、電気防食を適用可能になる条件を検討した。また、シラン系表面含浸材を塗布したコンクリート供試体に対して表面抵抗率を低減させる対策を施し、短絡通電試験でその効果を確認した。

2. 含浸深さと表面抵抗率

2. 1 試験方法

モルタル供試体にシラン系表面含浸材を塗布した際の含浸深さと表面から研削した際の表面抵抗率の変化を調べた。モルタル供試体は、4cm×4cm×16cmの角柱型とし、セメントにはOPCを使用し、W/C=50%、S/C=3.0の配合で9体製造した。打設後3日で脱型し、材齢28日まで水中で養生した。続いて、図-1に示すように各供試体を3分割し、7日間23℃50%RHの恒温恒湿度槽にて乾燥させた後に、シラン系表面含浸材を供試体の一面（型枠側面側）に塗布した。使用した2種類のシラン系表面含浸材の仕様を表-1に示す。塗布後の供試体は、18日間23℃50%RHの恒温恒湿度槽で乾燥させたあとに各試験を行った。

モルタル供試体の試験条件を表-2に示す。含浸深さ試験は、切り出した

試料（各供試体で2試料）を中央付近で割裂して水道水に1分間浸漬後に変色が生じなかった部分をはっ水層とみなして、その長さをノギスによって測定した。表面抵抗率は、シラン系表面含浸材を塗布した供試面の中央部に四電極端子を設置して、交流インピーダンス法にて（測定周波数100Hz、振幅±50mV）測定した。研削深さ（表面からの距離）は、ノギスによって試料厚さを9箇所測定し、切削前の厚さの平均値から差し引いて求めた。これらの研削と測定を繰り返し行い、含浸深さと表面抵抗率の関係を調べた。

2. 2 試験結果

シラン系表面含浸材を塗布したNo.2とNo.3の試料を水道水に浸漬することで、はっ水層とみなされる白色の部分が観察された。その含浸深さは測定位置によって異なり、シランAでは1.77～3.70mmで平均は2.71mm、シランBでは4.33～7.30mmで平均は5.45mmであった。

モルタル試料表面からの深さと表面抵抗率の関係を図-2に示す。切り出した各試料の表面位置（研削前）での表面抵抗率は便宜上0.01mmにプロットした。No.1の無塗布は、ごく表層部では表面抵抗率が高かったが、それより以深では40kΩcm前後の安定した値を示した。No.2のシランAの試料は、他の試料に比べて表面で

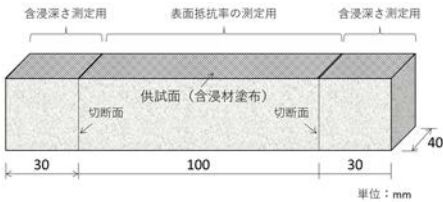


図-1 モルタル供試体の形状

表-1 シラン系表面含浸材の仕様

名称	分類	塗布量
シラン A	シラン・シロキサン系	0.2kg/m ² を 1 回塗り
シラン B	アルキルアルコキシシラン	0.3L/m ² を 2 回塗り

表-2 モルタル供試体の試験条件

No.	種類	供試体数	試験項目
1	無塗布	3 体	含浸深さ（JSCE-K571-2013 を参考） 表面抵抗率（JSCE-G581-2018 を参考）
2	シラン A	3 体	
3	シラン B	3 体	

キーワード シラン系表面含浸材，電気防食，含浸深さ，表面抵抗率，電流密度

連絡先 〒362-0052 埼玉県上尾市中新井 417-16 TEL 048-781-5431

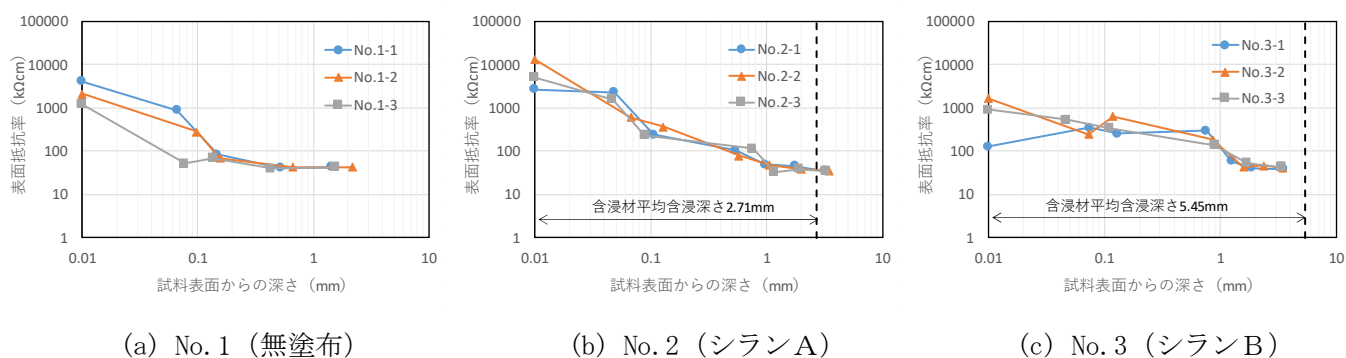


図-2 モルタル試料表面からの深さと表面抵抗率の関係

の表面抵抗率が高く、13000k Ω を示すものがあつた (No. 2-2). しかし、表面から 1mm を超えるといずれも 40k Ω cm 程度の表面抵抗率となつた. No. 3 のシランBの試料は、試料表面の抵抗率が 130～1700k Ω cm であり、無塗布の試料と大差はなかつたが、表面から 0.9mm の深さまで 180k Ω cm を超える表面抵抗率を示した. しかし、深さが 1.0mm を超えると 40k Ω cm 程度まで低下した. これらの結果は、いずれの試料もはつ水層が形成された深さよりも浅い位置で母体と同程度の表面抵抗率を示したことになる.

3. 短絡通電試験

3. 1 試験方法

シランAを塗布したコンクリート供試体の一面に表面設置型の流電陽極方式の陽極を設置して電気防食の適用の可否について検討した. コンクリート供試体は、中央に ϕ 19mm のみが丸鋼を埋設した角柱の形状 (100mm $\times$ 100mm $\times$ 220mm) とし、OPC を使用して、W/C=55%, 塩化物イオン濃度が 6kg/m³ となるように練り混ぜ水に NaCl を加えて製造した. 材齢 270 日まで湿布養生していた供試体 3 体を 23 $^{\circ}$ C50%RH の恒温恒湿槽で 9 日間乾燥させたあとに表-1 と同様に供試体の 1 面にシランAを塗布し、7 日間乾燥後に下記の対策を行ってから流電陽極を設置して鋼材と陽極を 10 Ω の固定抵抗を介して接続する短絡通電を開始した. 試験条件は、No. 1: 塗布 (27 日目に表層を 0.82mm 研削), No. 2: 塗布した表層をブラスト (0.05mm 研削), No. 3: 塗布した表層をブラスト (0.05mm 研削) してから電解質を含む溶液を散布した条件である.

3. 2 試験結果

短絡通電試験の電流密度の経時変化を図-3 に示す. 電流密度はコンクリート面積当りに換算した. No. 1 と No. 2 の供試体はシラン系表面含浸材の影響のため電流密度が低く抑えられた. しかし、溶液を散布した No. 3 は初期から大きな電流密度を示した. No. 1 は 27 日以降表層を研削して通電試験を再開したところ電流密度の増加が見られた. 電流密度の増加は、溶液の浸透によるイオン伝導性の向上やはつ水効果が高い表層部の影響を除いたことが寄与したと考えられる.

4. おわりに

シラン系表面含浸材を塗布したモルタル供試体の深さ別の表面抵抗率の測定とシラン系表面含浸材の効果が残るコンクリート供試体に対して表面設置型の流電陽極を用いた短絡通電試験を行った. その結果、シラン系表面含浸材が深く含浸していても表面から深さ 1mm 程度の位置では母体と同程度の表面抵抗率を示した. また、1mm 程度の切削やブラストによる表層の研削と溶液散布の組合せで防食電流が流れることを確認した.

参考文献

1)例えば土木学会：コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計施工指針（案），2005

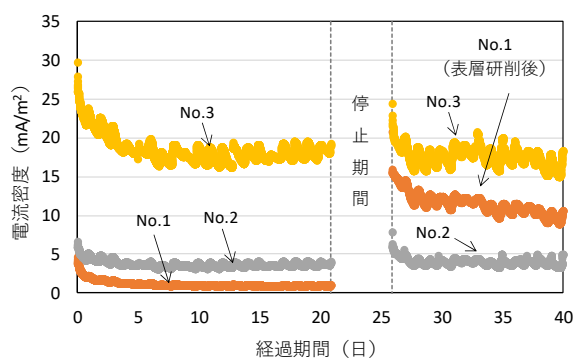


図-3 防食電流密度の経時変化