

シラン系発水剤を用いた表面処理による水分制御

京都大学 学生員 久保善司 学正員 田中博一 正員 服部篤史 正員 宮川豊章
正員 藤井 学 ショーボンド建設 正員 堀 耕次

1.はじめに コンクリート構造物の劣化原因の代表的なものとしてアルカリシリカ反応や鉄筋腐食があり、これらの反応ではコンクリート中の水分が重要な要因となっている。このため、シラン系発水剤を用いた表面処理による水分制御が補修工法として注目されている。本研究では、種々の仕様のシラン処理の発水性を確認すると共に、実構造物レベルでの水分制御の効果を把握することを試みた。

2.実験概要

1) 実験シリーズ1 -発水性の確認-

シランの溶媒（アルコール、水）、重合度（1、3、10）および上塗りモルタル（発水型、透湿型、遮水型）を要因とし、発水性をコンクリート小型供試体（W/C=60%, 4×4×16cm）を用いて確認した。小型供試体は打設後2ヶ月の水中養生を行い、約2週間の乾燥を行った。その後、シランは刷毛塗りで含浸量300g/m²を目安に含浸させ、上塗りモルタルは刷毛塗りで2.0kg/m²を目安に塗布した。これらの供試体を水中、室内、促進、自然の4環境に静置し、各環境下での重量変化からその発水性を検討した。

2) 実験シリーズ2 -水分分布-

自然環境に静置したコンクリート大型供試体（W/C=51%, 1×1×0.15m）に3種類（シラン処理、上塗りモルタル処理、無処理）の表面処理を行ったものを用意し、2重構造の埋設パイプを利用して、表面から種々の深さでの相対湿度を測定し、表面処理による水分制御の影響や効果範囲を検討することとした。なお、同一環境に置かれた中型供試体の重量を測定し、大型供試体の検討の参考とした。

3.結果および考察

重量変化率は重量変化を供試体重量で除したものを重量パーセントで表したものの、透湿度は室内環境下の重量変化率、透湿度は水中環境下での重量変化率、発水度は透湿度を透湿度で除した値とした。

1) 実験シリーズ1

重合度、溶媒の影響を図1、図2に示す。重合したシランの発水度はシランのモノマーに比べて若干大きいか同程度であり、重合度10程度までであれば、発水性は悪影響を受けないようである。しかし、重合化したシランでは反応速度が著しく低下する場合が見られ、

表1 シランの種類

名称	分子式	アルキル基	重合度	溶媒
アシルトリメトキシシラン	$C_{10}H_{21}Si(OCH_3)_3$	C_{10}	1	イソプロピルアルコール
			3	
			10	
ヘキシルトリメトキシシラン	$C_6H_{13}Si(OCH_3)_3$	C_6	1	水
ヘキシルトリエトキシシラン	$C_6H_{13}Si(OCH_2CH_3)_3$		1	水

表2 上塗りモルタルの種類

モルタルの種類	発水性	透湿性	伸び能力(伸び率)
発水	有	非常に大きい(170g/m ² .day)	小さい(0~5%)
透湿型	無	大きい(12g/m ² .day)	比較的大きい(75%)
遮水型	無	小さい(2g/m ² .day)	大きい(116%)

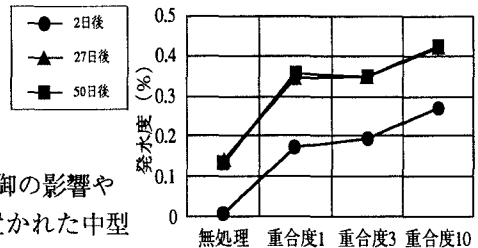


図1 重合度の影響

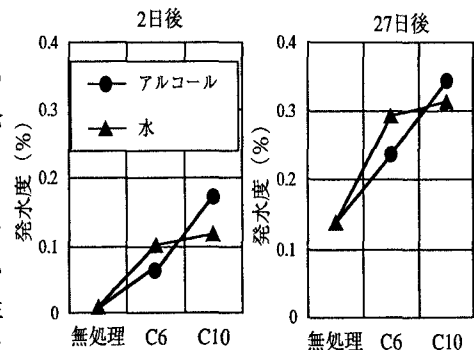


図2 溶媒の影響

施工上問題となる可能性がある。さらに、分子量が小さい C_6 では水溶媒のシランの方が発水度は高く、分子量が大きい C_{10} では従来用いられるアルコール溶媒の方が発水度は高くなっている。アルキル基の小さい C_6 と大きい C_{10} とでは溶媒を変化させた場合の傾向は異なるものの、水溶媒のシランの発水度は従来用いられている C_{10} のアルコール溶媒シランに比べて低く、その発水性には検討の余地があるものと考えられる。

上塗りモルタルを用いた場合、シラン処理と比べ透湿度は小さいが、透湿度もきわめて小さくなり、見かけ上発水度は大きな値となった。そこで、図3のように透湿度と透湿度の関係を示したものを留意し、発水性を検討することとした。シランのみのものは透湿度が大きいものの透水性も大きくなっているのに対し、上塗りモルタル処理のものは透湿度はきわめて小さいものの、透湿度も小さくなっており、発水系の水分制御であるものの遮水系に近い水分制御となっている。上塗りモルタルについてはさらに仕様の検討が必要であると考えられる。

2) 実験シリーズ2

暴露直後は養生水による水分の影響があるため、その影響が小さいと考えられる暴露10日後の深さと相対湿度の関係を図5に示す。表面付近10cm程度までは水分逸散により乾燥し、10～40cmの深さではほぼ一定であり、中心部付近はその周囲より乾燥している。

深さ5cmでの相対湿度の経時変化を図6に示す。降雨、結露等により湿度測定用パイプ中に水分が侵入し、この残留水分の影響が認められた。そこで、これらの影響がないと考えられる暴露後10,17,38,73,87,101,115,129日後の相対湿度によれば、表面に近い5cmではシラン処理、上塗りモルタル処理は無処理に比べ湿度が低くなっている。深さ7.5,10cmでも同様の傾向が見られた。深さ40,50cmについてはこのような傾向は認められなかった。したがって、表面処理の効果範囲としては表面近くの10cm程度以下と考えられる。

深さ5cmの相対湿度によれば、降雨後の乾燥によりシランが最も速く乾燥し、次に上塗りモルタル処理のものが乾燥している。無処理のものについては、湿度は下がっていくものの降雨前より降雨後の湿度が大きく、表面から水分を吸収し、しかも十分に水分多量にを逸散できなかったものと考えられる。

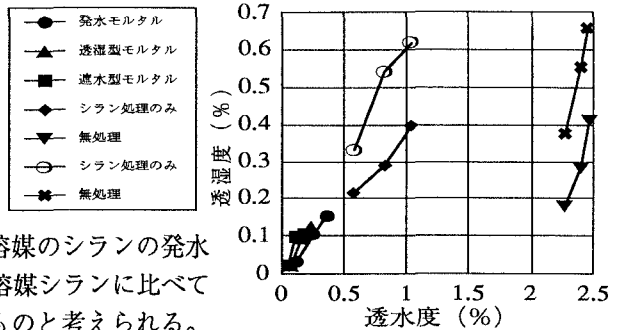


図3 透湿度と透湿度の関係

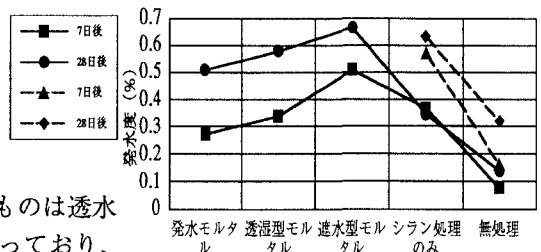


図4 上塗りモルタルの影響

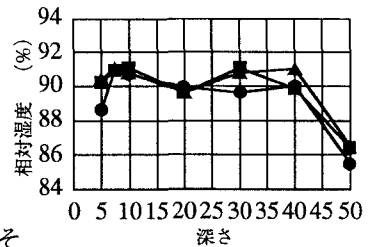


図5 水分分布

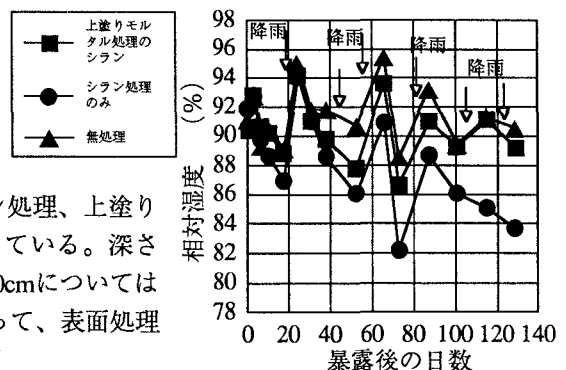


図6 深さ5cmでの相対湿度の経時変化