

## 第V部門 ASR ゲルに着目したコンクリート補修用シラン系表面含浸材の性能に関する検討

神戸大学工学部 学生員 ○岡本 幸大  
 神戸大学大学院 正会員 森川 英典

神戸大学大学院 学生員 河田 大樹  
 神戸大学大学院 正会員 中西 智美  
 本州四国連絡高速道路(株) 正会員 竹口 昌弘

**1. 研究背景・目的:** シラン系表面含浸材は、含浸によりコンクリート表層部に撥水性と透湿性を付与する機能を持つ疎水層を形成し、アルカリシリカ反応（以下、ASR）を生じた構造物において吸水膨張の抑制を目的として使用される<sup>1)</sup>。これまでの研究で ASR の劣化程度や W/C の違いを実験要因としてコンクリートの状態の違いによる補修性能への影響に関する実験や、含浸材の含浸深さが撥水性能、水分逸散性能に与える影響に関する基礎的実験を行ってきた。その際、コンクリートに含まれている反応性骨材、粗骨材、石灰砕砂の存在が含浸深さに影響を与えているという結果があることから、反応性骨材が含浸深さに与える影響について評価することを目的とし、反応性細骨材を用いたモルタル供試体でモルタル基礎的試験（含浸深さ試験、吸水率試験）を行った。また、これまでの反応性骨材を用いた試験では、含浸材塗布前にアルカリシリカゲルが発生し吸水膨張が始まっていた可能性が考えられる。そこで、含浸材塗布までの材齢を要因として分けることで、ASR が進行しているがひび割れが発生していない状態での含水率と含浸深さを調べ、アルカリシリカゲルによるゲル水が、含水率測定及び、含浸深さに与える影響についても評価を行った。

**2. 実験概要:** 図-1 に吸水率試験供試体概要図を示す。また、表-1 にモルタル配合を示す。供試体は、普通ポルトランドセメント及び反応性骨材（砕砂及び碎石）と非反応性骨材（兵庫県神戸市有野産碎石）を用いて作製した。劣化程度は、モルタル打設から含浸材塗布までの養生期間を1か月にした材齢1か月の供試体と養生期間を2か月にした材齢2か月の供試体の2パターン作製した。表面含浸材施工時の含水状態を同じにするため、塗布前に水中浸漬を実施し、含水率を調節した。含浸材の塗布は、浸漬後、表面含水率が標準状態の値と近くなるように経過を見て塗布し、経過観測を開始した。実験要因は、反応性骨材の有無、材齢パターン、使用した含浸材がシラン・シロキサン系（S1）とアルキルアルコキシシラン系（A）、無補修（N）の合計32体である。

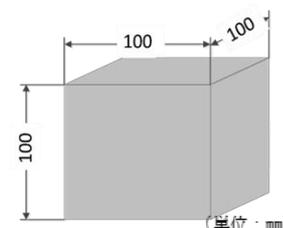


図-1 供試体概要  
 表-1 モルタル配合

水セメント比 W/C(%)	単位水量(kg/m <sup>3</sup> )				AE減水剤 (ml/m <sup>3</sup> )
	水 W	セメント C	反応性骨材 S1	非反応性骨材 S2	
60	286	477	832	555	4767

**2.1 含浸深さ試験概要:** 含浸面を2分割するように供試体を割裂し、1分間水に浸漬させ、撥水している部分の含浸面からの深さを測定した。測定箇所は片面9箇所とし、平均値を1供試体の含浸深さとした。

**2.2 吸水率試験（浸漬）:** 100×100mmの2面を含浸面とし、含浸材による補修を行った。残りの4面はポリウレタ系表面被覆材によるシール処理を実施した。含浸材の塗布・養生が終了した後、水に7日間浸漬させた。水中浸漬前後の質量差から吸水率を換算した。

**2.3 吸水率試験（散水）:** 100×100mmの2面を含浸面とし、含浸材による補修を行った。残りの4面はポリウレタ系表面被覆材によるシール処理を実施した。含浸材の塗布・養生が終了した後、含浸材補修面表裏2面に対して降雨を模擬した散水を7日間実施した。流量は15分ごとに5L/minの水量で8回シャワーホースにて行った。

**3.1 含浸深さ試験結果:** 含浸深さ試験の結果について材齢1か月の結果を図-2に、材齢2か月の結果を図-3に示す。材齢1か月と材齢2か月ともに反応性骨材を含む供試体の方が含浸深さが小さくなっていることが確認された。この結果から ASR の進行によって生成されたゲル水が、含浸材の加水分解における水分として寄与した可能性が考えられる。また、反応性骨材を含む供試体と反応性骨材を含まない供試体の施工時表面含水率に大きな差はない

Kodai OKAMOTO, Taiki KAWATA, Hidenori MORIKAWA, Satomi NAKANISHI and Masahiro TAKEGUTI

1664262t@stu.kobe-u.ac.jp

めゲル水は含水率測定に影響を与えていない可能性がある。

### 3.2 吸水率試験（浸漬）結果

浸漬による吸水率試験の結果について材齢1か月の結果を図-4に、材齢2か月の結果を図-5に示す。含浸材を塗布した供試体は無塗布の供試体に比べて吸水率を抑えることができている。また、含浸材無塗布の供試体について材齢1か月と材齢2か月ともに反応性骨材を含む供試体の方が反応性骨材を含まない供試体より吸水率が高くなった。理由としてASRの進行によって生成されたASRゲルが水分を吸水することで吸水率が高くなった可能性があると考えられる。また反応性骨材の有無にかかわらず、材齢2か月の供試体は材齢1か月の供試体よりも吸水率が低くなっていた。この理由としては、材齢に伴い水和反応が進行し細孔が緻密化されて吸水率が低下したと考えられる。

### 3.3 吸水率試験（散水）結果

散水による吸水率試験の結果について材齢1か月の結果を図-6に、材齢2か月の結果を図-7に示す。含浸材無塗布の供試体の吸水率については浸漬による吸水率試験結果と概ね同様の結果が得られた。材齢2か月の供試体について、含浸材を塗布した供試体は反応性骨材の有無にかかわらず吸水率が負の値となった。この理由としては、浸漬による吸水率試験と同様に細孔が緻密化されて吸水率が下がったことに加えて、散水試験は1日に8分間シャワーホースによって散水し、散水を行っていない時間、供試体は気中養生していたため、散水によって吸水した水分が逸散していたと考えられる。

3.4 吸水率試験結果比較：浸漬による吸水率試験結果と散水による吸水率試験の結果を比較すると、散水による吸水率は浸漬による吸水率の約25%程度となっていた。また、浸漬による吸水率試験、散水による吸水率試験それぞれの試験において、含浸材を塗布した供試体と無塗布の供試体の吸水率を比較すると、浸漬による吸水率試験では含浸材を塗布した供試体の吸水率が無塗布の供試体の吸水率の10~15%になっていたことに対して、散水による吸水率試験では含浸材を塗布した供試体の吸水率が無塗布の供試体の吸水率の3~8%になっていた。この結果から、浸漬による水圧が吸水率に影響を及ぼしていることが考えられる。また、実際の降雨を模擬した散水による吸水率試験の方が含浸材の撥水性能がより発揮される可能性がある。

4. まとめ：本論文ではモルタル供試体に反応性骨材を加えて、含浸材塗布後、基礎的試験を行いASRゲルと含浸深さ、含浸材の撥水性能の関係を評価した。各試験の結果、含浸深さについてはASRゲルが増加することにより、含浸材が加水分解する際の水分としてゲル水が寄与し含浸深さが小さくなった可能性がある。含浸材の撥水性能についてはASRゲルが増加することにより、ゲルが水分を吸水し吸水率が高くなった。また実際の降雨を模擬した散水の方がより含浸材の撥水性能の効果が発揮される結果となった。

参考文献：1) 松本茂, 新名勉, 江良和徳, 村橋大介, 宮川豊章：シラン系表面含浸材および亜硝酸リチウムのASR膨張抑制効果に関する基礎的研究, 土木学会論文集E, Vol. 66, No. 3, pp. 288-300, 2010. 8.

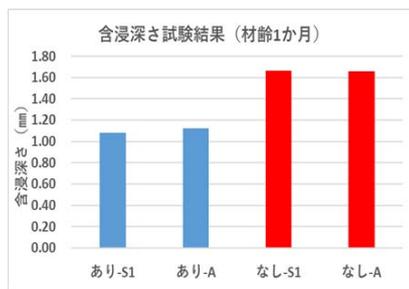


図-2 含浸深さ試験結果 (1か月)

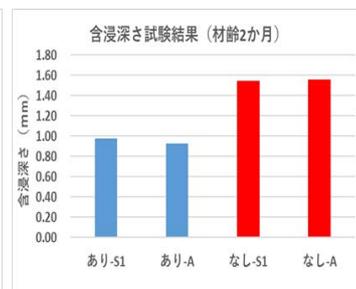


図-3 含浸深さ試験結果 (2か月)



図-4 吸水率試験結果 (浸漬・1か月)

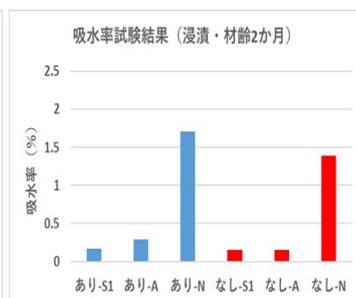


図-5 吸水率試験結果 (浸漬・2か月)

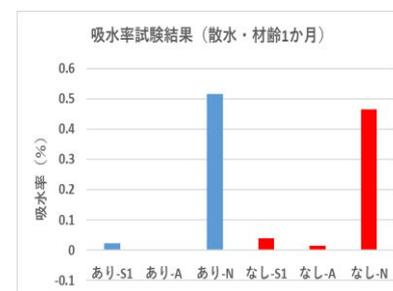


図-6 吸水率試験結果 (散水・1か月)

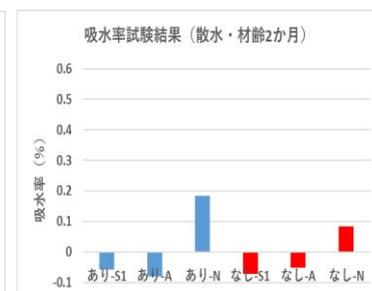


図-7 吸水率試験結果 (散水・2か月)