

シラン化合物が作用した粗骨材がコンクリートの力学性能に与える影響に関する基礎的研究

京都大学 学生会員 ○山崎 柊 京都大学 正会員 高谷 哲
株式会社島津テクノリサーチ 非会員 羽村 陽平 京都大学 正会員 山本 貴士

1. 研究目的

表面含浸材は、コンクリート構造物の表面に塗布することでコンクリート内部への水の浸入を防ぐ目的で使用する。表面含浸材は、主にケイ酸塩系とシラン系に分けられ、シラン系はコンクリート表面で反応し、撥水層を形成することが確認されている¹⁾。また、シラン系表面含浸材に含まれる気化成分がコンクリート表面に作用することも知られている。一方近年では、練混ぜタイプのシラン化合物も開発されている。しかし、シラン化合物と骨材の反応に関する知見はほとんどなく、またその骨材を用いたコンクリートの力学性能についても不明な点が多いのが現状である。

そこで本研究では、シラン化合物が作用した粗骨材の撥水性能評価および、シラン化合物が作用した粗骨材を用いたコンクリートの力学性能評価を行った。

2. シラン化合物による粗骨材処理

粗骨材と反応させるシラン化合物として、本研究ではアミノアルキルトリアルコキシシラン ($\text{H}_2\text{N-R-Si(OR')}_3$) を主成分とするシラン系の薬品（以下、シラン）を用いた。処理は、浸漬、気化の2つの方法で行った。浸漬は粗骨材を直接シランに浸し、その後風乾した。気化はシランと NaOH 溶液を等量混合した溶液を蓋の付いていない容器に入れ、粗骨材とともに密閉容器に入れて10日間放置した。3. 吸水膨張試験、4. 圧縮試験では、処理した浸漬、気化の粗骨材と無処理のブランクの粗骨材を用いて試験を行った。

3. 吸水膨張試験

先述したように、シラン系表面含浸材はコンクリート表面に撥水性能をもたらすことで構造物内部への水の浸入を抑制するため、粗骨材にシラン化合物を作用させた場合でも同様に、粗骨材が撥水することが考えられる。

吸水膨張試験では、まず粗骨材の質量および体積を

測定した後、粗骨材を1日真水に浸漬し、質量、体積を測定した。その後2日風乾した後、再び質量、体積を測定した。吸水膨張試験は2回実施した。1回目は5粒の北海道産安山岩に対して吸水膨張試験を行い、3粒の粗骨材が吸水膨張することを確認した。2回目は1回目で吸水膨張した3粒の粗骨材のうち1粒をブランク、1粒を浸漬、1粒を気化として再び吸水膨張試験を行った。結果を図1～図3に示す。

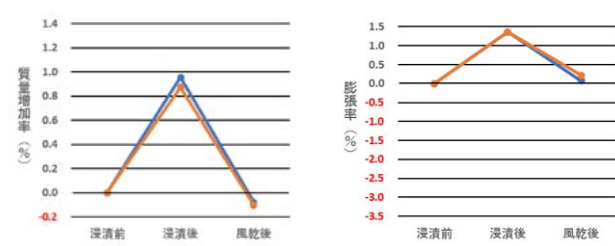


図1 ブランクの質量変化図（左）および体積変化図（右）

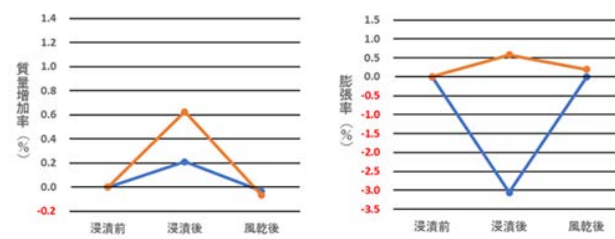


図2 浸漬の質量変化図（左）および体積変化図（右）

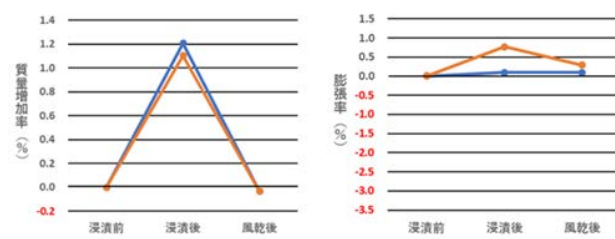


図3 気化の質量変化図（左）および体積変化図（右）

図1より、無処理のブランクの粗骨材では1回目と2回目で吸水量、膨張率ともにほぼ同様の結果が得られ

キーワード 撥水、シラン、骨材、付着

連絡先 〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂 TEL 080-5118-0464

た．一方で、シラン化合物と反応した浸漬、気化に関して、図2より、浸漬は2回目の吸水量が減少し、収縮することが確認され、図3より気化は、1回目と2回目で吸水量に変化がほぼ見られなかったが、膨張は抑制されることが確認された．これらの結果に関して、吸水は撥水成分が付着しづらい粗骨材表面の微細なひび割れから水が浸透したためであると考えられ、膨張は粗骨材表面の表面張力の影響が変化したためであると考えられる．

4. 圧縮試験

圧縮試験は、化学的処理を施した粗骨材を用いたコンクリートが通常のコンクリートと比べて同程度の力学性能を有しているかを確認する目的で行った．処理方法は、2. シラン化合物による粗骨材処理の通りである．

圧縮試験では、表乾状態のブランク、気乾状態のブランク、浸漬、気化の粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度および静弾性係数をそれぞれ測定した．気乾状態のブランクは、浸漬、気化を作成する際に粗骨材表面に撥水機能を有していることが確認され、浸漬、気化では粗骨材を表乾状態にすることができないために作成した．コンクリートの配合を表1、結果を表2に示す．

表1 コンクリートの配合

水(W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	NaCl
1.10kg	2.72kg	5.94kg	5.92kg	52.5g

表2 圧縮試験結果

	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (N/mm ²)
ブランク (気乾)	64.3	3.28×10^4
ブランク (表乾)	62.4	2.80×10^4
浸漬	49.5	2.71×10^4
気化	50.0	2.62×10^4

ブランク（表乾）と浸漬、気化の結果を比較すると、静弾性係数に大きな差が見られない一方で、圧縮強度

は化学的処理を施した浸漬、気化の方がブランク（表乾）よりも小さいことが確認された．この原因として、シラン化合物との反応で粗骨材表面に疎水基が結合し、粗骨材とモルタルとの付着が低下したためであると考えられる．

また、ブランク（気乾）と浸漬、気化の結果を比較すると静弾性係数、圧縮強度ともにブランク（気乾）が浸漬、気化と比べて大きいという結果が得られた．圧縮強度に関しては、ブランク（表乾）と浸漬、気化との比較と同様に化学的処理による付着の低下であると考えられ、静弾性係数の差に関しては、表乾状態のブランクの粗骨材が吸水したことでペーストの剛性が上がったためであると考えられる．

最後に、圧縮試験後の供試体の断面を観察したところ、4種類の供試体で違いは確認できなかった．付着が弱まった浸漬、気化とブランク（気乾）、ブランク（表乾）で断面性状に変化が確認されなかった要因としては、付着の低下した原因が粗骨材表面に疎水基が存在するためであると考えられ、その他の付着の要因である粗骨材とモルタルとの機械的な要因による付着や粗骨材とモルタルとの間の分子間力による付着に影響を与えなかったためであると考えられる．

5. 結論

- (1) 吸水膨張試験に関して、浸漬でははじめに吸水膨張性を示した粗骨材がシラン化合物との反応後は吸水収縮性を示し、気化でははじめに吸水膨張性を示した粗骨材がシラン化合物との反応後、吸水量に変化はないが、膨張が抑制されることが確認された．
- (2) シラン化合物が作用した粗骨材を用いたコンクリートは通常の粗骨材を用いたコンクリートに比べ圧縮強度が低下することが確認されたため、練混ぜタイプのシラン系含浸材の使用により粗骨材とモルタルとの付着が弱まる可能性が示された．

参考文献

- 1) B.Arklles : Tailoring Surfaces with Silanes , CHEMTECH, Vol7, No.12, pp.766-778, 1977