

示差熱分析を用いたシラン系撥水材の含浸深さ測定に関する基礎的検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○松本 茂, 久利 良夫, 佐々木 一則, 関上 直浩
 阪神高速技術(株) 奥尾 政憲 (株)中研コンサルタント 正会員 後藤 年芳

1. 目的

シラン系撥水材を用いた表面保護工はアルカリ骨材反応による劣化を生じたコンクリート構造物の補修対策として一般的に用いられているが, その撥水効果に影響を与える含浸深さの測定については着色水を用いる方法が一般的である. 本稿では, シラン含浸深さの定量的評価を目的として, 差動型示差熱天秤を用いた示差熱分析によって得られる発熱ピーク面積に着目した分析方法とその適用結果について述べる.

2. 供試体の作製

膨張率が $2,000 \sim 3,000 \times 10^{-6}$ 程度となるよう反応性骨材を用いるとともに NaCl を添加した $100 \times 100 \times 40 \text{ mm}$ の供試体に, 表 1 に示す表面保護工を施工して約 5 年屋外暴露した後, 表面をディスクサンダーで研磨して表面保護工を除去し, さらに約 5 年間屋外暴露に供した. この間, 供試体の質量・長さを定期的に測定したが, いずれの値も暴露開始時点での値を一貫して下回り, 膨張抑制効果を維持していることが確認された.

表 1 表面保護工 (シラン系撥水材) の仕様

工 程	使用材料	1 層あたり使用量 (kg/m^2)
下 塗	シラン系撥水材 (2 層)	0.12
中 塗	PCM(アクリル) (3 層)	0.70
上 塗	アクリル (3 層)	0.10

次に, 図 1 に示すように, 上記供試体から $\phi 68 \times 100 \text{ mm}$ のコアを 4 本採取し, 端面は上下面とも①無処理, ②2.0mm 研磨, ③0.5mm 研磨, ④1.0mm 研磨の処理を行い, 側面は水分の供給ができないよう高弾性被覆材でシールした後, 再度屋外暴露を 7 週実施した. この間, $-80 \sim +60 \mu$ の範囲で長さ変化が測定されたものの, 全体としては膨張抑制効果が維持された. なお, コア採取時点で着色水によるシラン含浸深さの測定を試みたが, いずれの供試体も明確な含浸層を確認できなかった.

3. 示差熱分析

図 2 に予備試験としてシラン含浸材 $200 \text{ g}/\text{m}^2$ を塗布したコンクリートテストピースから採取した試料につ
 キーワード シラン, 含浸, 示差熱分析, アルカリ骨材反応, 表面保護工

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株) 渋滞対策室 TEL 06-6252-8121

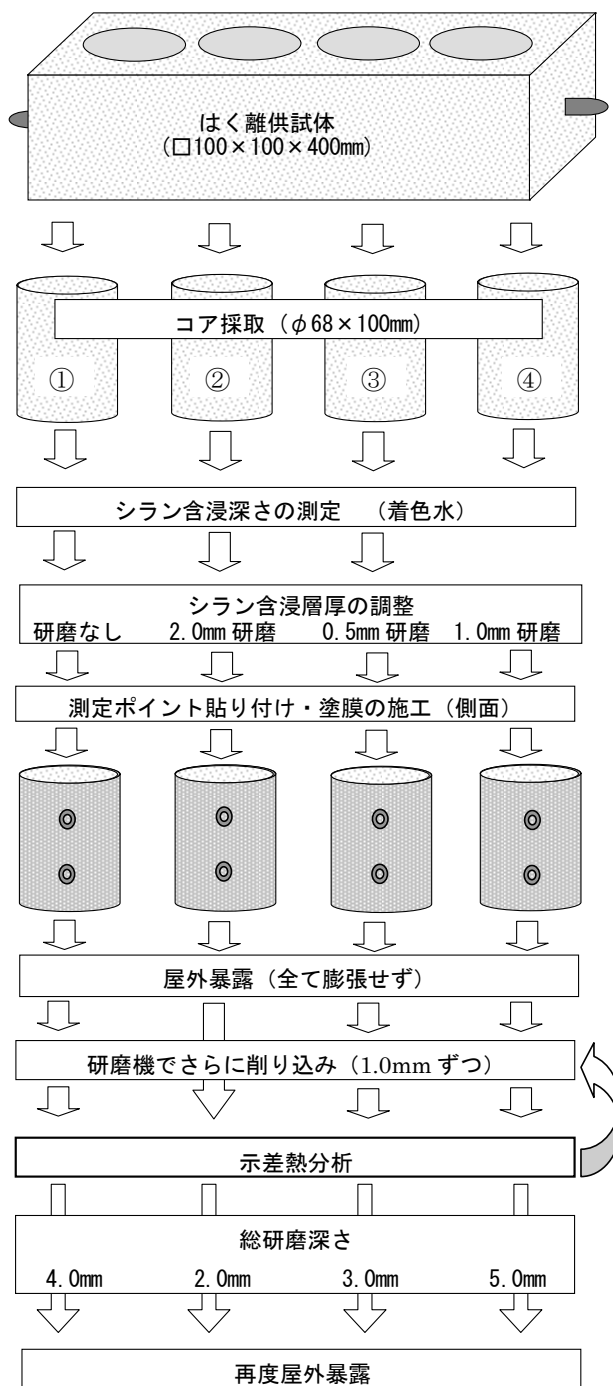


図 1 試験フロー

いて示差熱分析を行った結果を示す。シランを塗布しないプレーンコンクリートでは現れない 350℃付近を中心とした発熱ピークが認められた。これは、シランまたはその化合物が燃焼することによるものと推測される。また、試料の採取深さを変化させたところ、表面から 2.0～3.0mm までの深さで採取した試料ではこの発熱ピークが確認できた。そこで、前述の供試体を再度研磨することとし、その過程で表 2 に示す深さ（当初の表面から）において試料を採取し、差動型示差熱天秤を用いた示差熱分析を行った。

その後、再度、屋外暴露を実施し、JCI-DD2「アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法（案）」に準じて膨張測定を行った。検長は 50mm とし、測定頻度は試験開始から 13 週までは 1 回/週、以後は 1 回/4 週とした。

4. 試験結果とまとめ

図 3 に試料の採取深さと発熱ピーク面積との関係を示す。現時点ではシランの含浸量と発熱ピーク面積との関係が不明のためシランの含浸量は特定できないが、採取深さが深くなるほど発熱ピーク面積が小さくなる、すなわち、供試体表面から深くなるほどシランの含浸量が減少する傾向が確認できた。また、採取深さが 5.0mm であっても少量のシランが浸透していることが確認できた。なお、図中の破線は、図 1 に示すコア採取後の直方体供試体から採取した試料の分析結果である。

図 4 に 2 回目の屋外暴露時の長さ変化率を示す。表面からの総研磨深さが 3.0mm 以上の供試体は暴露初期より急激な膨張を示した。これより、屋外暴露の環境下ではコンクリート表面から 2.0mm の深さまでは膨張抑制効果が期待できる程度のシランが含浸していると考えられる。また図 3 との関連から、今回の膨張試験ではシランの発熱ピーク面積が $300 \mu V \cdot s/mg$ 程度以上で膨張抑制効果があり、発熱ピーク面積が $160 \mu V \cdot s/mg$ 以下では膨張抑制効果が期待できないとの結果を得た。

参考文献

松本茂他, シラン系撥水材の含浸深さと ASR 膨張の抑制効果, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレードシンポジウム論文報告集第 6 巻, 2006. 10

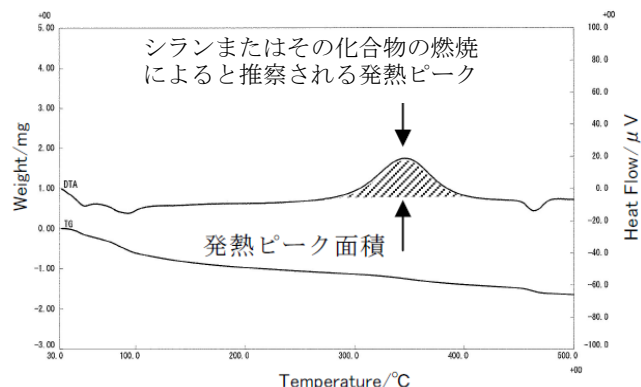


図 2 シランが含浸した試料の示差熱分析結果の例

表 2 分析用試料の採取深さ

コア 供試体 No.	1 次試験で の研磨深さ (mm)	示差熱分析用試料の 採取深さ (mm)				総研磨 深さ (mm)	採 取 試料数 (上下計)
		2.0	3.0	4.0	5.0		
①	—	○	○	○		4.0	6
②	2.0	○				2.0	2
③	0.5	○	○			3.0	4
④	1.0	○	○	○	○	5.0	8

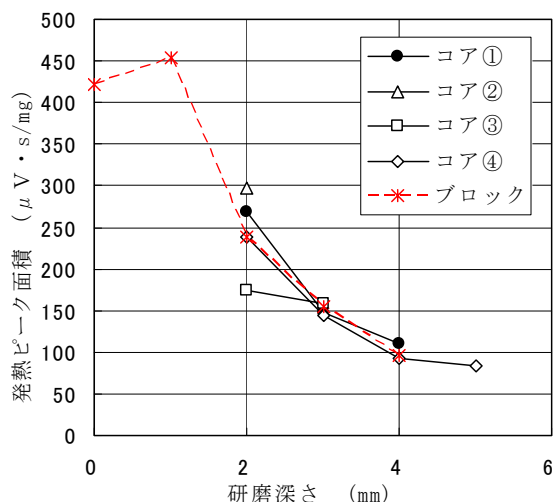


図 3 試料の採取深さと発熱ピーク面積との関係

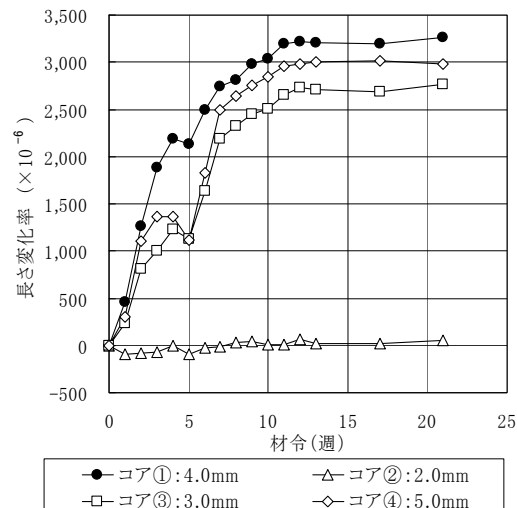


図 4 屋外暴露時の長さ変化