

# 報告 コンクリート用撥水材の防水効果を現場で簡便に評価するための透水試験方法

浅野 幸男<sup>\*1</sup>・加藤 久也<sup>\*2</sup>・六郷 恵哲<sup>\*3</sup>

**要旨**：コンクリートに塗布された撥水材の防水性能の評価には、JIS A 6909「建築用仕上塗材」の中の透水試験 B 法がよく用いられる。施工現場での計測器具の取付けが容易で、取付け跡が残らず、水平面だけでなく鉛直面にも適用できるように、この試験法を改良した。撥水材の塗布前、塗布直後、経年後の各段階における防水性能を、提案した方法で評価し、その妥当性を検証した。

**キーワード**：撥水材，防水性能，透水試験，迅速法，鉛直コンクリート面

## 1. はじめに

最近になってコンクリート構造物の劣化抑制や美観保持を目的とした、表面保護材料・工法の検討が図られている<sup>1)</sup>。

そのうちのひとつであるシラン系撥水材は表面含浸工法に分類されるもので、特徴として塗布後の外観変化がなく、水や塩分の浸透抑制に期待がもてること、コンクリート内部からの水分の放出作用があり施工後のめくれやふくれが生じないことが挙げられる。他の表面保護材料と比較して施工性が良くコスト面で優位となるため、今後普及が進むものと思われる。

シラン系撥水材を用いた施工現場での現状の性能確認の方法は、「水掛法」による撥水性や濡れ性の外観的評価にとどまっており、何らかの定量的評価手法の開発が望まれている。

本稿では、シラン系撥水材を用いた施工現場での、防水性能の評価を簡便・迅速にできる方法（以下、「迅速法」と略記）として、透水試験装置の鉛直面への固定法や透水試験着手までの迅速化を、美術・工芸や各種の工業分野で型取り用として利用されているパテ状シリコーンに着目して検討を図ったので、以下に概要を報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 基礎実験

#### (1) 漏水抵抗性試験

迅速法に用いたパテ状シリコーンの物性を表-1、透水試験装置を図-1に示す。

表-1 パテ状シリコーンの物性

外 観	化学成分	硬さ※	切断伸び (%)	硬 化 方 式
灰白色	ジメチルポリシロキサン	63	100	縮合型

※デュロメータ A 法

パテ状シリコーンは練り混ぜ後約 1 時間 (20℃) で、表-1 に示す硬さ・切断伸びとなる反応促進タイプを用いた。

垂直面用の透水試験装置は貯水部と管部からなるもので、貯水部の内径は JIS A 6909「建築用仕上塗材」の透水試験 B 法と同じ 75mm とした。

漏水抵抗性の試験は、垂直面用の透水試験装置を磨き板ガラス (200×200×10mm), W/C35% および 55% のコンクリート供試体に取り付け、注水後の水頭変化、基材・透水装置とパテの境界面からの水漏れの有無を調べた。コンクリート

\*1 杉山建設 (株) 技術開発部 (正会員)

\*2 岐阜大学 工学部社会基盤工学科 (正会員)

\*3 岐阜大学 工学部社会基盤工学科教授 工博 (正会員)

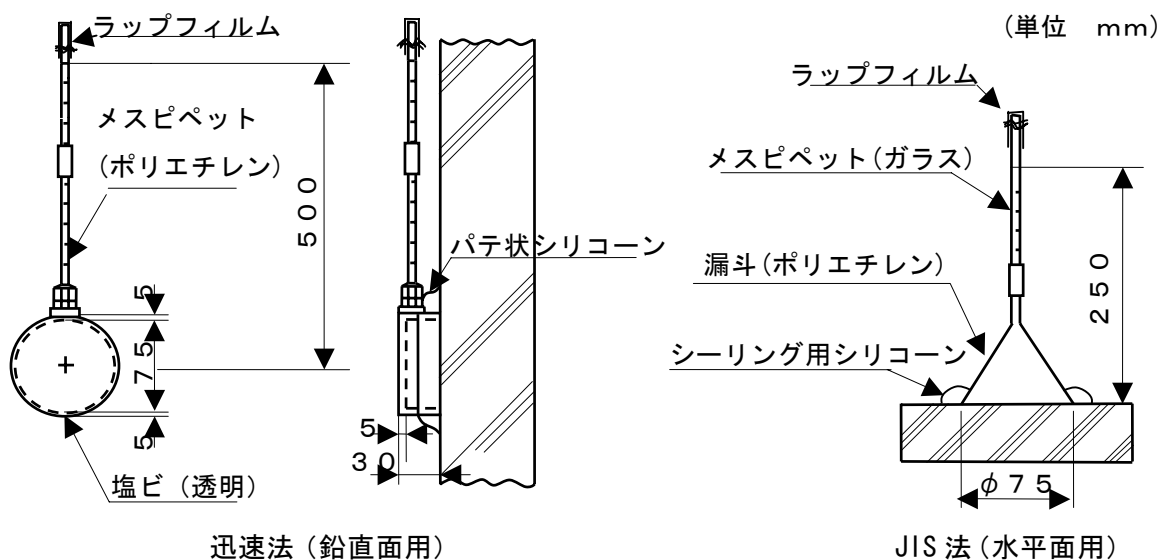


図-1 透水試験装置



W/C 35%のコンクリート W/C 55%のコンクリート 市販のコンクリート平板

写真-1 コンクリート供試体の表面性状

供試体への透水装置の取付けは平滑で気泡が少ない打設底面とし、アルキルアルコキシシランを主成分とするシラン系撥水材の有無による影響も併せて調べた。装置取付け後の注水開始時間は約2時間、水頭は500mm、透水時間は72時間（一部の試験では24時間）とした。

試験に用いたコンクリート供試体の表面性状を、後記(2)の試験に用いたコンクリート平板と併せて写真-1に示す。

### (2) 透水試験装置の取付け方向の影響

迅速法における透水試験装置の設置方向による影響を鉛直面、水平面について調べた。

試験はJIS A 5371に規定するコンクリート平板(300×300×60mm, W/C50%)を用いて、撥水材を塗布しないもの、塗布したものの2水準について実施した。

撥水材無しの試験区では1回目の試験で鉛直面、水平面試験に各々3枚の供試体を用いて透

水試験を行い、その後供試体の含水率を1回目の試験前の含水率と、ほぼ同一となるように調整した後2回目の試験を実施した。2回目の試験では、供試体の試験面方向を1回目と逆にして行い、鉛直面および水平面試験で各々6個の試験値を得るようにした。水平面試験は図-1のJIS法のガラス製メスピペットをポリエチレン製に、シーリング用シリコーンをパテ状シリコーンに置き換えて行った。供試体の含水率の調整は高周波容量式水分計を用いて、60℃で30分程度の熱風乾燥、放冷、計測を繰り返して試験面間で差が生じないようにした。

撥水材有りの試験区では、前記試験を終了したのから3枚抽出してシラン系撥水材を塗布・養生した後、鉛直面および水平面試験に供した。

試験時の水頭は250mm、透水時間は24時間とした。

## 2.2 現場実験

現場実験の対象物，コンクリートの表面状態および撥水材施工の履歴等を一括して表-2に示す。表中の防油堤および壁は，厚さ 200mm，高さ 1m~1.5m，コンクリートの設計基準強度  $21\text{N/mm}^2$  のものである。

新規に撥水施工をする試験区では，撥水材の有無による透水試験を同一箇所で行った。水頭は上記試験区は 250mm および 500mm の 2 法，その他の箇所は 500mm のみとし，透水時間はいずれも 24 時間とした。

表-2 現場実験対象物

対象物	竣工後の経過年数(年)	コンクリートの表面状態	撥水材塗布後の経過年数(年)	撥水材の有無
防油堤(W/C 57%)	10	粗面	0	無
			0	有
			1	有
			6	有
壁(W/C 59%)	3	滑面	0	無
			0	有
			1	有
			3	有

## 3. 実験結果

### 3.1 基礎実験

#### (1) 漏水抵抗性試験

写真-2 にガラス板への装置の取り付け状況を，図-2 に各種基材の透水時間と透水量の関係を示す。

透水試験中の観察では，ガラス板，W/C35% および 55% のコンクリート供試体の全てについて漏水は認められなかった。

水頭変化の観察では，ガラス板，撥水材を塗布したコンクリート供試体の場合では，3 時間から 24 時間の間の透水量が 0.08ml 程度減少(水面上昇)する結果となった。装置の構成材料である塩ビ，ポリエチレンの熱膨張係数を  $7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ ， $13 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$  として， $10^\circ\text{C}$  の変化に対する試験装置自体の体積変化を計算で求めると 0.24ml となる。このことや，透水試験時の試験環境から先の原因を推察すると，透水 3 時間から 24 時間の間に室温が低くなり，透水試験装置自体が収縮して水面を持ち上げたと考えられる。

漏水性の目視観察やガラス板等による水頭変化の試験結果から，パテ状シリコンによるシーリング性は良好であると思われる。

#### (2) 透水試験装置の取付け方向の影響

透水試験装置の取付け方向の影響に関する試験結果を表-3 に示す。撥水材無しの供試体(6 個)で透水時間が 3 時間および 24 時間の場合の鉛直ならびに水平方向の透水量を図-3 に示す。

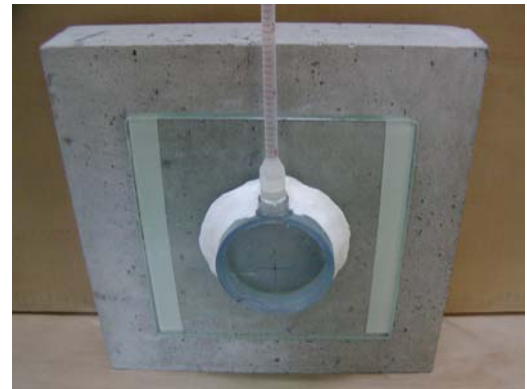


写真-2 透水試験装置の取り付け状況

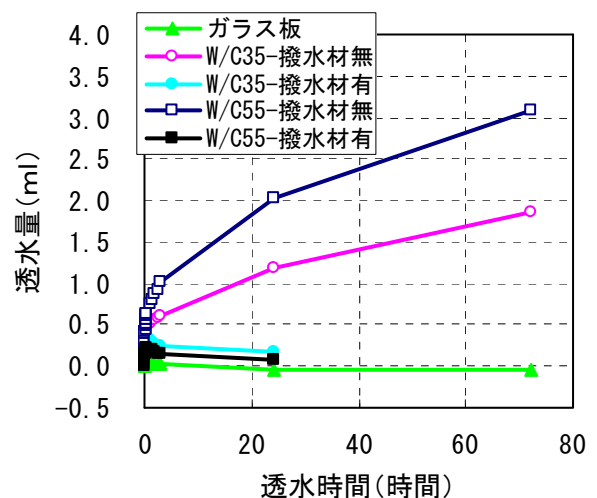
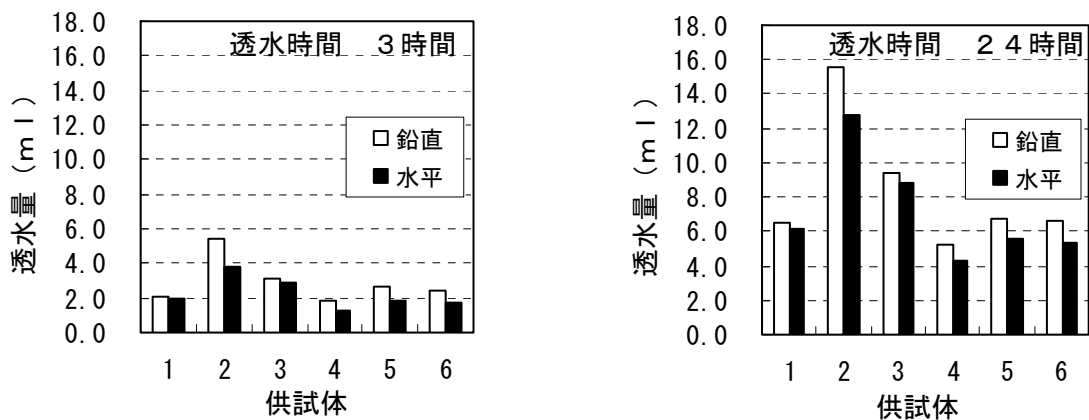


図-2 各種基材の透水時間と透水量

表－3 透水試験結果

試験区	透水時間 (時間)	方向	試験個数 (個)	透水量 (ml)			平均値の 比	標準偏差 (ml)	変動係数 (%)
				最大値	最小値	平均値			
撥水材無	0.5	垂直	6	2.44	0.81	1.35	1.31	0.57	42.2
		水平		1.65	0.60	1.03	1.00	0.39	37.9
	3	垂直		5.45	1.90	2.92	1.28	1.32	45.2
		水平		3.84	1.30	2.29	1.00	0.93	40.6
	24	垂直		15.60	5.17	8.35	1.16	3.82	45.7
		水平		12.73	4.30	7.18	1.00	3.12	43.5
撥水材有	0.5	垂直	3	0.70	0.50	0.60	1.82		
		水平		0.42	0.25	0.33	1.00		
	3	垂直		0.70	0.47	0.60	2.22		
		水平		0.40	0.18	0.27	1.00		
	24	垂直		0.69	0.55	0.64	2.13		
		水平		0.52	0.16	0.30	1.00		

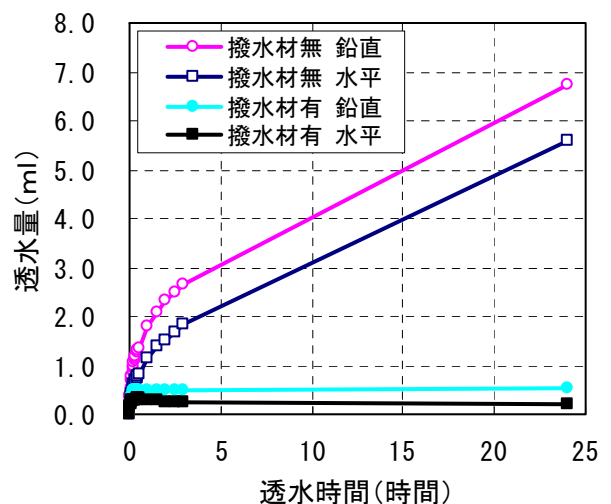


図－3 透水試験方向と透水量

取付け方向の違いによる透水量は、撥水材塗布の有無に拘わらず全ての供試体で鉛直方向が大きく現れた。撥水材無しの場合で透水 0.5 時間、3 時間、24 時間における水平面を基準とした鉛直面の透水量の比は平均値で 1.31, 1.28, 1.16 となり、透水時間とともに両者の差は漸減する傾向を示した。一方、撥水材有りの場合、透水量は透水時間にかかわらずほぼ一定となり、垂直面の方が水平面より約 0.3ml 大きくなった。

表－3 に撥水材無しの場合の変動係数を示した。この場合の変動係数は供試体固有の透水量のばらつきと、試験方法によるばらつきが合算されたものであるが、鉛直面の方がばらつきも若干大きく現れる結果となった。

図－4 に透水時間と透水量の関係を示した。図－4 は 6 回の試験の代表的な例で、水平面と鉛直面の透水量の差は試験開始後、約 3 時間で



図－4 透水時間と透水量

ほぼ最大となり、その後の変化量はわずかである。試験方向が異なる場合の透水量の差が、透水試験開始後の比較的短時間で生じた理由として、供試体表面の空隙への水の充填のしやすさ、言い換えれば空隙の空気の逃げやすさが影響している可能性が考えられるが、この点についてはさらに検討する予定である。

### 3.2 現場実験

#### (1) 試験工程

写真-3に現場実験における試験工程の状況を示す。パテ状シリコーンの1箇所当たりの所要量は50g、練り混ぜから装置の取付けに要した時間は約3分で、外気温10℃の環境下で約2時間後に透水試験を開始した。

装置の取り外し後に若干のシリコーンオイルがコンクリート表面に残留するが、150番の紙やすりを軽くかけるだけで、殆ど痕跡は残らなかった。

#### (2) 撥水施工直後、経年箇所への適用性

新たに撥水施工をした水頭250mm、500mmの透水時間と透水量の関係を図-5に示した。

撥水材塗布前のコンクリート自体の性質を透水量からみると、水頭250mm、500mmの両者

とも「壁」の方が「防油堤」よりも約2倍の透水量を示し、内部空隙の多いことが推察された。

水頭との関係では、「壁」の場合は撥水材の有無に拘わらず250mmと500mmの間に明確な違いが生じ、無塗布の24時間後の比較ではほぼ水頭に比例した値を示した。一方「防油堤」の場合は「壁」のように顕著な傾向は現れなかった。これは、コンクリート内部の空隙が少なく緻密であると、500mm以下の水頭では透水量に差が現れにくいためと考えられる。

撥水材を塗布したものの透水量の挙動は、「壁」の水頭500mmの場合を除いて、透水量自体が1.0ml前後と微量で透水3時間から24時間までの変化は殆ど見受けられなかった。

表-4に撥水材無塗布の透水量に対する、塗布したものの割合を透水比とし、経年後の試験結果と併せて表した。

表に示した透水比は、撥水施工直後では撥水の有無による測定箇所は同一で、水頭による測定箇所は同一対象物内の異なる場所での試験結果からまとめたものである。一方、経年後の透水比は水頭を500mmとし、透水比の算出に用いた無塗布の透水量は撥水施工直後の値を用い



写真-3 試験工程

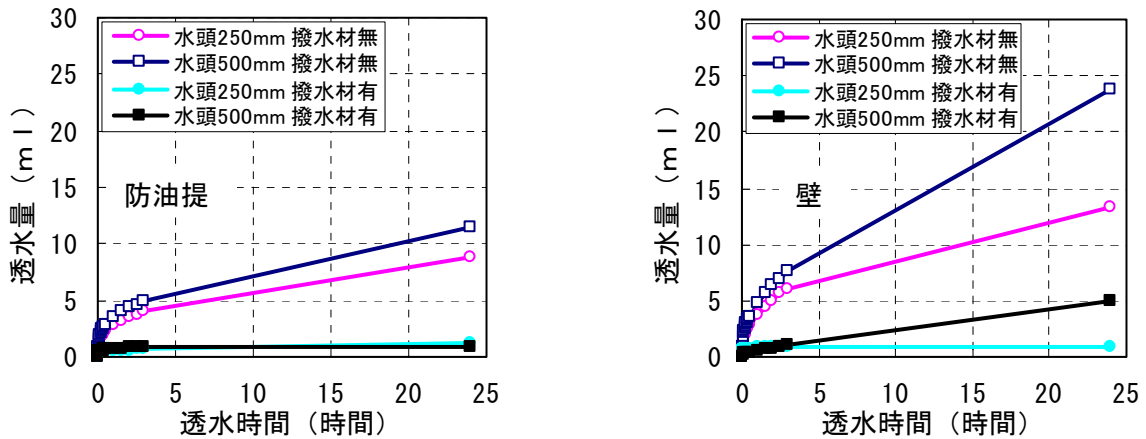


図-5 現場実験における透水時間と透水量

表-4 透水比

透水時間, 水頭			防油提				壁			
			撥水施工直後	経年後		撥水施工直後	経年後			
透水時間(時間)	3	水頭(mm)		250	500		1	6	0.14	0.13
透水時間(時間)	3	水頭(mm)	250	0.16	-	0.14	-			
			500	0.17	0.14	0.27	0.13	0.15	0.52	
	24	水頭(mm)	250	0.15	-	0.07	-			
			500	0.08	0.06	0.09	0.21	0.06	0.33	

たものである。

水頭の違いによる透水比への影響は、透水 3 時間では水頭 250mm と 500mm による差は現れなかったが、透水 24 時間では「防油提」は 500mm の方が小さく、「壁」は逆に 500mm の方が大きくなり、対象物間で異なった結果となった。

透水時間の違いによる透水比への影響は、3 時間、24 時間の透水比の変化は、8 例中の 7 例までが透水時間が長くなるほど小さくなった。

水頭や透水時間の実験結果から、水頭は 500mm の方が試験としての検出力が高いようで、透水時間は 3 時間でも撥水材の効果の判定が可能かと思われた。

本法を適用するにあたっては、評価・判定には実際のコンクリート構造物における表面保護材料としての、防水性能の明確化が必要で、試験法としては今後のデータの蓄積が必要である。

#### 4. まとめ

コンクリート用撥水材の防水効果を、施工現場で簡便・迅速に評価し、さらに橋台、擁壁、

外壁等の鉛直面にも適用可能な透水試験方法の検討を行った。本検討で得られた結果を以下にまとめて示す。

- (1) 透水試験装置のコンクリート面への固定法として、型取り用のパテ状シリコンを用いることにより、鉛直面への装置の取付けも容易で、取付け後約 2 時間で透水試験が可能であった。また、装置の取り外し後に殆ど痕跡が残らなかった。
- (2) パテ状シリコンのシーリング性能は、水頭 500mm で W/C35% の平滑・緻密なコンクリートへの 3 日間の透水試験でも水漏れはなく、実用上の問題はなかった。
- (3) 実際のコンクリート構造物への適用には水頭は 500mm、透水時間は 3 時間で撥水材の効果の概略の評価は可能であった。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：表面保護法 設計施工指針(案)，コンクリートライブラリー119, 2005.4