

立命館大学 ○学生員 李 宏成 立命館大学大学院 学生員 疋田 奈緒也
立命館大学大学院 学生員 宮永 憲一 立命館大学大学院 正会員 鈴木 宏信
立命館大学 正会員 高木 宣章 立命館大学 正会員 児島 孝之

1.はじめに

コンクリート構造物の密集する都会で生活を営むにあたって、プラスイオン・マイナスイオンが深く関わっていることが、最近の調査・研究で報告されている。車や工場などの排気で空気が汚れた都会では、空気のプラスイオン化により人体に様々な悪影響を及ぼす。一方、森林や滝のそばではマイナスイオンが多く、人体細胞の活性が強まり、老廃物の輸送・交換が活発になる。最近、マイナスイオンを人工的に発生させる人工機能性セラミックスが開発され、様々な分野で活用されている。しかし、コンクリート構造物に適用された実績は少なく、その有効性は不明である。

本研究は、マイナスイオン効果を有するシラン系撥水剤のモルタルへの適用性を、日本工業技術振興協会が規定する浸透性吸水防止材の試験方法(案)に準じた各種試験、促進中性化試験、イオン濃度測定などを実施することにより実験検討したものである。

2.実験概要

本実験で使用したシラン系撥水剤の分子構造を図1に、人工機能性セラミックスの主成分、物性および機能性を表1に示す。供試体は、この撥水剤(以下、タイプA)のみをモルタル表面に塗布した供試体、撥水剤に人工機能性セラミックスを混入し、マイナスイオン効果を持たせた撥水剤(以下、タイプB)をモルタル表面に塗布した供試体、無処理供試体の3種類を作製した。

試験概要を表2に、供試体寸法および個数を表3に示す。外観観察および浸透深さ試験、吸水試験、耐アルカリ性試験、透水試験、塩化物イオン浸透深さ試験、透湿試験、耐薬品性試験は、日本工業技術振興協会の「浸透性吸水防止材の試験方法(案)」に準じて実施した。また、耐候性試験および促進中性化試験は、各々JIS K 5400、JIS A 1171 に準じて実施した。マイナスイオン効果は、市販のイオン濃度測定器を用いて濃度を測定

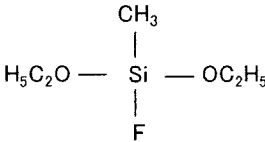


図1 シラン系撥水剤の分子構造

表1 人工機能性セラミックスの機能		
主成分	物性	機能
含トリウムウラン レア・アース鉱物 ジルコン アルミナ・シリカ	平均粒度 10μm 含水率 1.0%以下 密度 4.7g/cm ³	直接作用 ・イオン化 ・遠赤外線効果 間接作用 ・抗菌 ・消臭

表2 試験概要

試験項目	規格	試験概要
塗布後の外観観察 および浸透深さ試験	社団法人 日本工業技術振興協会 Polymers-in-Concrete 委員会 塗布含浸材関係試験 方法作成小委員会 浸透性吸水防止材の 試験方法(案)	基材を割製し、割製面を水で濡らして撥水部分の深さを測定する
吸水試験		水に浸漬し、質量増加から吸水率を求める
耐アルカリ性試験		水酸化カルシウム溶液に浸漬し、質量増加から吸水率を求める
透水試験		供試体表面からの水頭の高さから透水量を求め、透水比を算出する
塩化物イオン浸透性試験		2.5%塩化ナトリウム溶液に浸漬した基材を割製し、割製面に0.1N硝酸銀溶液・1%フルオロセインナトリウム溶液を噴霧して発色部分の深さを測定する
透湿試験		塗布面およびその対象面以外の4面にシール材を塗布した基材を水に浸漬し、透湿量を求め透湿比を算出する
耐薬品性試験		1N硫酸溶液に浸漬して質量を測定し、質量変化率を求める
耐候性試験	JIS K 5400	JIS K 5400に準ずる屋外暴露を実施する
促進中性化試験	JIS A 1171	促進中性化槽に静置した基材を割製し、割製面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定する
マイナスイオンの測定	—	イオン濃度測定器によって空気中のイオン数を測定する

表3 供試体寸法および個数

試験項目	供試体寸法(cm)	供試体の種類		
		タイプA	タイプB	無処理
塗布後の外観観察 および浸透深さ試験	4×4×16	3	3	1
吸水試験	4×4×16	3	3	3
耐アルカリ性試験	4×4×16	3	3	3
透水試験	15×15×2	3	3	3
塩化物イオン浸透性試験	10×10×10	3	3	3
透湿試験	10×10×2.5	3	3	3
耐薬品性試験	4×4×16	3	3	3
耐候性試験	4×4×16	3	3	3
促進中性化試験	10×10×10	3	3	3
マイナスイオンの測定	15×15×2	3	3	3

し、評価した。モルタルの配合は、質量比で普通ポルトランドセメント：豊浦標準砂：水＝1：2.5：0.65とし、練混ぜはJIS R 5201(1994年)により行った。モルタルは、24時間養生後に脱型し、6日間水中養生した。さらに、温度20℃、相対湿度60%の環境下で14日間養生後、塗布面を十分に研磨した。その後、タイプA、タイプBの撥水剤を表面に塗布し、温度20℃、相対湿度60%の環境下で14日間養生したものを試験用の供試体とした。なお、撥水剤の塗布量は約400g/m²とし、人工機能性セラミックスは撥水剤の質量に対して2.5%の割合で混入した。

3.実験結果および考察

マイナスイオン効果を有するシラン系撥水剤の性能評価

試験結果を表4に示す。塗布後の外観観察では、人工機能性セラミックスを混入したタイプB供試体に白い粉がモルタル表面に現れた。この原因は、人工機能性セラミックスがモルタル基材に浸透しないためと考えられる。浸透深さ試験では、タイプA供試体およびタイプB供試体の浸透深さは各々1.7mm、1.3mmであった。吸水試験では、タイプA供試体およびタイプB供試体の吸水比は各々0.46、0.45とほぼ同等であった。耐アルカリ性試験では、タイプA供試体およびタイプB供試体の吸水比は各々0.76、0.67であった。耐アルカリ性試験と吸水試験を比較すると、タイプA供試体およびタイプB供試体の吸水比は各々0.3、0.2程度増加し、アルカリによって劣化に対する抵抗性が減少したものと考えられる。透水試験では、タイプA供試体およびタイプB供試体の透水比は、各々0.76、0.48であった。塩化物イオン浸透性試験では、無処理供試体、タイプA供試体およびタイプB供試体の塩化物イオンの浸透深さは、各々9.2mm、5.0mm、4.3mmであった。透湿試験では、タイプA供試体およびタイプB供試体の透湿比は、ほぼ同等であった。耐薬品性試験では、無処理、タイプA供試体およびタイプB供試体の質量変化率は、各々－8.10%、－7.01%、－7.98%となり、1N硫酸溶液に対する抵抗性は確認できなかった。耐候性試験は、屋外暴露試験で長期間を必要とするためこの実験は現在も継続中である。促進中性化試験では、無処理供試体、タイプA供試体、タイプB供試体の中性化深さは、各々6mm、5mm、5mmとなり、中性化の抑制効果は確認できなかった。

タイプAおよびタイプ

Bのシラン系撥水剤は、塗布後の外観以外は、性能的に顕著な差は認められなかった。

マイナスイオン効果

マイナスイオン濃度は、空气中1ccあたりのイオンの個数を測定することにより評価した。無処理供試体およびタイプA供試体のマイナスイオン濃度は共に150個/cc

であり、人工機能性セラミックスを混入したタイプB供試体でのマイナスイオン濃度は850個/ccであった。川や噴水のそば、あるいは森林でのマイナスイオン濃度は400～1200個/cc程度という報告があり、本実験で使用した人工機能性セラミックスは効果的にマイナスイオンを発生させているものと判断することができる。

4.まとめ

シラン系撥水剤に人工機能性セラミックスを混入することにより、有効にマイナスイオンが発生した。また、撥水性の性能にも大きな影響を及ぼさないことが確認された。

表 4 試験結果

試験項目		目的	無処理	タイプA	タイプB
塗布後の外観観察		外観変化の有無の評価	変化なし	変化なし	白い粉が現れる
浸透深さ試験(mm)		吸水防止層形成深さの評価	-	1.7	1.3
吸水試験	吸水量(g)	吸水防止性の評価	43.0	19.8	19.2
	吸水比		1.00	0.46	0.45
耐アルカリ性試験	吸水量(g)	アルカリによる劣化の抵抗性を評価	13.2	10	8.8
	吸水比		1.00	0.76	0.67
透水試験	透水量(ml)	透水防止性の評価	242.4	185.2	117.5
	透水比		1.00	0.76	0.48
塩化物イオン浸透性試験(mm)		塩害防止性の評価	9.2	5.0	4.3
透湿試験	透湿量(g)	透湿性能の評価	6.9	6.2	6.9
	透湿比		1.00	0.89	1.00
耐薬品性試験	質量変化(g)	1N硫酸溶液に対する抵抗性の評価	-40.37	-34.67	-38.67
	質量変化率(%)		-8.10	-7.01	-7.98
耐候性試験		耐候性の評価	-	-	-
促進中性化試験(mm)		中性化防止性の評価	6	5	5
マイナスイオン濃度の測定(個/cc)		マイナスイオン発生の評価	150	150	850