

シラン・シロキサン系表面含浸材の長期耐久性の実証

鹿島建設(株) 正会員 林 大介 橋本 学 小林 聖
カジマ・リノベイト (株) 正会員 ○神谷由紀
国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 遠藤裕丈

1. はじめに

筆者らは、シラン系表面含浸材の中でも、シリコーン分子のモノマーであるシランと、ポリマーであるシロキサンが調整されているシラン・シロキサン系と称される材料の検討を行っている。シラン系表面含浸材は、シリコーン分子の種類や濃度、性状などによって性能が異なり、本検討では、分子量を約 250 以上とするシリコーン分子を選定し、水を溶媒とした上に、シランとシロキサンを混合して 80%以上の濃度に高めたシラン・シロキサン系表面含浸材を調整した。分子量の大きなシリコーン分子を適用することには、高い初期性能を付与するのみでなく、長期間にわたって効果を持続させる意図があり、シランとシロキサンを混合して適用することには、大きさの異なる分子の分布とすることでコンクリートの様々な細孔に深くまで含浸させる意図がある。本稿では、このシラン・シロキサン系表面含浸材の効果が、どの程度の期間にわたって持続するのかを実証するために、凍害および塩害の複合劣化環境で 15 年間にわたって実施している暴露試験の経過を報告する。

2. 暴露試験の概要

2.1 環境条件

2002 年 11 月に、北海道の日本海側に位置する石狩市浜益区の沿岸部に、シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した供試体と塗布しない供試体を設置し、暴露を開始した。供試体設置箇所は、急勾配の小規模河川の河口に位置しており、汀線より数メートルの距離にある。また、海からの強風による風雨および風雪があり、多量の塩分が飛来する環境にある。

2.2 供試体の概要

コンクリートの使用材料および配合をそれぞれ表-1 および表-2 に示す。供試体については、寸法を径 125mm および高さ 250mm とし、コンクリートの打込みから 28 日間の湿潤養生を行った後、表面水分率が 5.0%以下になってから全面に 200g/m² のシラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した。

表-1 使用材料

項目	記号	摘要
水	W	上水道水，密度：1.0g/cm ³
セメント	C	普通ポルトランドセメント，密度：3.16g/cm ³
細骨材	S	新十津川産川砂，表乾密度：2.58g/cm ³ ，粗粒率：2.70
粗骨材	G	毘砂別産砕石，表乾密度：2.65g/cm ³ ，実積率：58.8%
混和剤	Ad	AE 減水剤(変性リグニンスルホン酸)

表-2 コンクリートの配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Ad (C×%)
					W	C	S	G	
20	8.0	42.6	4.5	43.5	158	371	774	1007	1.00

2.3 試験項目および方法

試験項目および方法を、表-3 に示す。

3. 暴露試験の結果

3.1 供試体外観

15 年間暴露を行った供試体を目視で観察した結果、シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した供試体および塗布しな

表-3 試験項目

項目	試験方法
供試体外観	目視による観察
供試体重量	現地における重量測定 (塩害・凍害環境のみ)
含浸深さ	割裂面に水を噴霧し、濡れ色にならない範囲を測定

キーワード：コンクリート，シラン系表面含浸材，長期耐久性，凍害，塩害

連絡先 〒162-0065 東京都新宿区住吉町 1-20 カジマ・リノベイト(株) TEL 03-5379-8771

った供試体ともに、ひび割れ、ポップアウトおよびスケリングは認められなかった。この供試体に水を噴霧した際の状況を写真-1に示す。同写真に示すように、シラン・シロキサン系表面含浸材の塗布の有無にかかわらず、暴露15年目において供試体表面の撥水性は、ほとんど認められなかった。しかし、シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した供試体の方が、流れ落ちる水の長さが大きく、コンクリート内部への吸水を抑制している状況が確認された。これまでの調査結果も含めると、表面の撥水性は、暴露2年目まで若干認められたが、暴露4年目からほとんど認められず、それ以降、暴露15年目まで大きな変化はなかった。

3.2 含浸深さ

含浸深さの測定結果を図-1に示す。同図には、供試体の上面と底面の平均値を示した。同図より、暴露15年目まで3mm程度の含浸層が確認された。含浸深さの経時変化については、1年目の値が小さいことから分かるように、ばらつきが含まれる結果となった。一般に、シラン系表面含浸材はコンクリートに含まれるアルカリによって加水分解して効果が失われる可能性があるが、このシラン・シロキサン系表面含浸材はアルカリによる加水分解が生じにくいこと、また15年目以降は表層部分が中性化していることから、さらに効果が持続する可能性があることが推察される。

今回の試験により、コンクリートのアルカリに対して耐久性が高い分子を選定し、確実に含浸層が形成されるように材料を調整することにより、凍害および塩害の複合劣化環境下において15年以上にわたり含浸層が保持されることが実証された。

3.3 供試体重量

供試体の重量測定結果を図-2に示す。同図に示すように、暴露15年目までの全ての測定において、シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した供試体の方が塗布しない供試体よりも70～150g程度軽い結果となった。これは、コンクリートに含まれる水分量の違いによるものと考えられる。すなわち、各測定においてシラン・シロキサン系表面含浸材を塗布しない供試体は比較的湿潤した状態にあったが、塗布した供試体では、外部からの水の浸透が抑制され、内部の水分が水蒸気として放出されていたことが考えられる。

4. おわりに

本研究では、分子量や主成分濃度、性状などが適切に調整されたシラン・シロキサン系表面含浸材をコンクリートに適用すると、実環境において15年間以上にわたって効果を持続できることを実証した。表面含浸材の適用性を評価する際、現状では、シラン系およびけい酸塩系ともに、初期の性能を試験しているにすぎず、実環境で、どの程度の期間にわたって効果が持続するのかについては評価されていないため、暴露試験の結果は有用なデータになるものと考えられる。



写真-1 供試体の外観
(左：塗布なし、右：塗布あり)

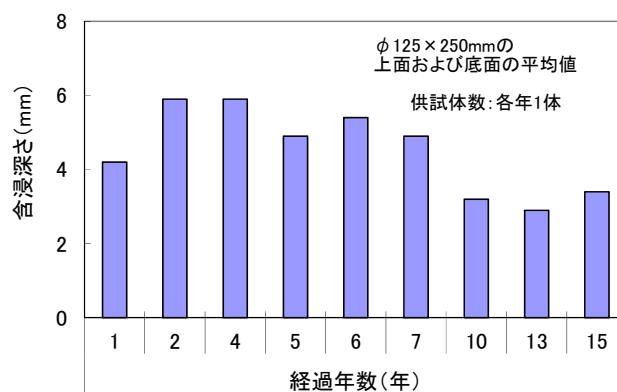


図-1 含浸深さ

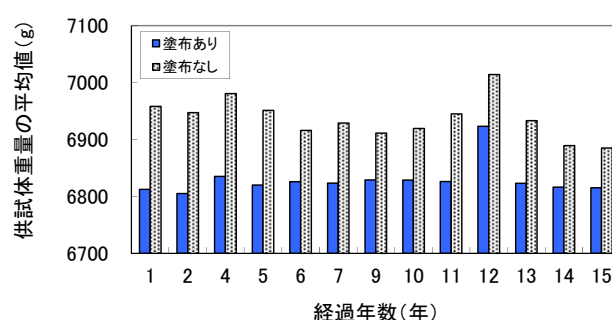


図-2 供試体重量