

シラン・シロキサン系表面含浸材を用いたコンクリートの
積雪寒冷環境下における長期耐久性に関する研究

鹿島建設（株） 正会員 林 大介 正会員 橋本 学 正会員 ○室野井 敏之
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

コンクリート構造物の凍害や塩害、アルカリシリカ反応などに対する簡易かつ安価な対策の一つとして、シリコーン分子を主成分とするシラン・シロキサン系表面含浸材が適用されている。これまでに、シリコーン分子の単分子であるシランと、その重合体であるシロキサンを 80%程度含有するシラン・シロキサン系表面含浸材を塗布したコンクリートの暴露試験が行われており、 10 年間にわたる長期耐久性が確認されている¹⁾。

一方、厳しい積雪寒冷環境下に供用されるコンクリートや、水セメント比が低いコンクリートを対象とする場合、表面含浸材に、より高い含浸性が求められることがある。そこで、含浸性を高めるために主成分であるシランとシロキサンを 95%以上含有する表面含浸材（既往の材料¹⁾と区別するために HV と称す）を調整してコンクリート供試体に塗布し、凍害および塩害の複合劣化環境下における暴露試験を開始した。

2. 試験概要

(1) 暴露環境

暴露場所を、北海道の日本海側に位置する石狩市浜益区の沿岸部とした。同箇所は、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ことから多量の塩分が飛来するとともに、凍結融解作用を受ける複合劣化環境にある。

(2) 供試体概要

使用材料およびコンクリート配合を、表－1 および表－2 にそれぞれ示す。本試験では、PC 構造物への適用を念頭に置き、コンクリートの水セメント比を 42.6%とした。

また、供試体の寸法を直径 125mm×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、HV を塗布し、暴露試験に供した。塗布量については、100g/m²と 200g/m²の 2 通りとした。

(3) 試験内容

暴露開始から 1 年経過時点において、表－3 に示す試験を行った。

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 ^o (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Ad (C%)
					W	C	S	G	
20	8	42.6	4.5	43.5	158	371	774	1007	1.00

表－3 試験概要

項目	試験方法
外観	目視観察（表面に水を噴霧）
吸水防止層の厚さ	割裂面に水を噴霧し、表面から濡れ色にならない範囲までの深さを 10mm 間隔で測定。
供試体の重量	現地で重量を測定
中性化深さ	JIS A 1171
塩化物イオン量	JIS A 1154（3 年目以降に実施予定）

3. 暴露試験結果

(1) 外観

暴露 1 年目の供試体を目視で観察した結果、ひび割れやポップアウト、スケーリングなどの変状は認められなかった。供試体に水を噴霧して表面の撥水性を確認した状況を写真-1 に示す。同写真に示すように、暴

露 1 年目においては、HV を塗布した供試体の撥水性を確認することができた。

(2) 吸水防止層の厚さ

吸水防止層の測定結果を図-1 に示す。同図に示すように、暴露 1 年目における吸水防止層は $100\text{g}/\text{m}^2$ 塗布および $200\text{g}/\text{m}^2$ 塗布の供試体において、それぞれ 2.5mm および 5.1mm であり、シラン・シロキサン濃度を高めることによって、水セメント比が 42.6% のコンクリートに対しても、含浸することが確認された。

(3) 供試体の重量

現地において測定した供試体の重量を図-2 に示す。同図には、供試体各 15 体の平均値を示してあり、最大・最小値の範囲を示してある。同図より、暴露 1 年目における供試体の重量は、 $100\text{g}/\text{m}^2$ 塗布および $200\text{g}/\text{m}^2$ 塗布の供試体において、塗布しない場合よりも、それぞれ 30g 程度および 110g 程度軽くなっており、既往の暴露試験¹⁾で確認された傾向と同様に、HV を塗布することによって、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たことが推察される。

(4) 中性化深さ

中性化深さの測定結果を図-3 に示す。同図より、各供試体の中性化深さは 1mm 未満であるものの、HV を塗布した供試体の方が、中性化の進行が速い傾向が認められる。これは、HV の塗布によってコンクリートに含まれる水分量が減少し、結果として中性化が進行しやすい含水量になったためと考えられるが、より年月を経過して中性化が進行した時点で評価を行う必要がある。

4. おわりに

主成分を 95% 以上とするシラン・シロキサン系表面含浸材の暴露試験を開始した。水セメント比を 43.6% とするコンクリートを対象とした暴露 1 年目の結果では、既往の暴露試験¹⁾と同様、積雪寒冷環境下における構造物の耐久性向上に有効であることが確認された。今後、暴露試験を 10 年以上にわたって継続し、材料自体の長期耐久性を含めた評価を行っていく計画である。

参考文献

- 1) 神谷由紀ほか：暴露試験によるシラン・シロキサン系表面含浸材の長期耐久性に関する検討，土木学会第 68 回年次学術講演会，第 V 部門，pp.289-290，2013.9

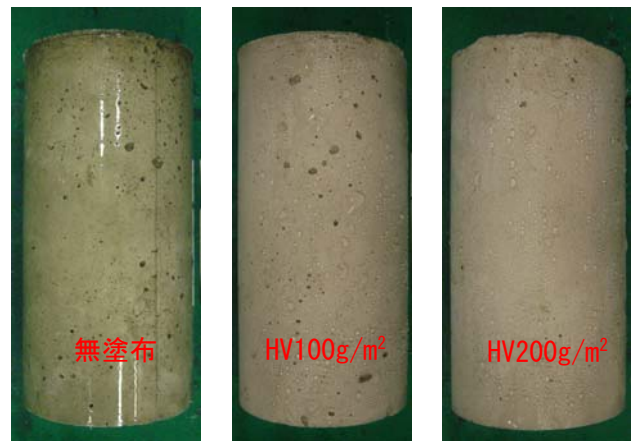


写真-1 外観（左から、HV の塗布なし、

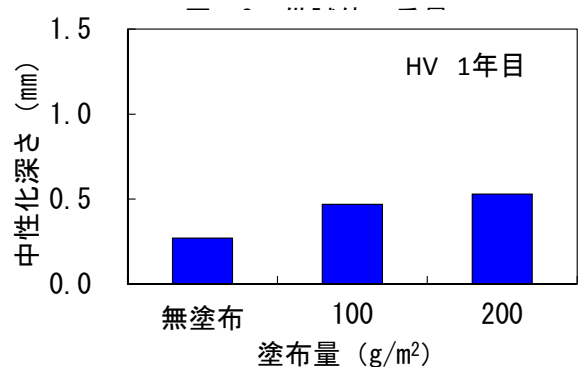
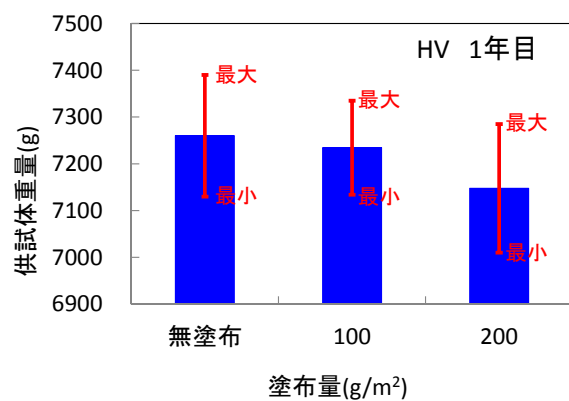
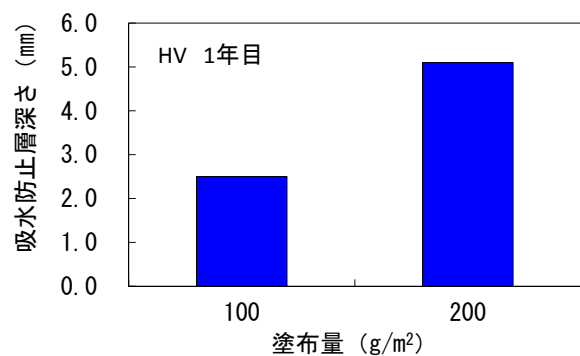


図-3 中性化深さ