



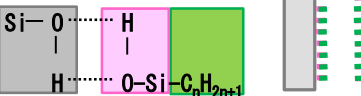
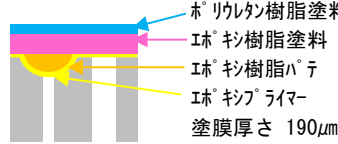


用水路コンクリート保護材の比較

項目	コンクリート	パーミットHS-300クリアー (シラン/シリケート系含浸被覆材)	他社シラン/シリケート系含浸材	有機系被覆材 (有機系塗料)
工法の概要	<p>コンクリートには、打設条件(W/C、s/a等)に応じた空隙が存在。</p> 	<p>シラン/シリケートを微細孔へ浸透させ、硬化反応によって形成される撥水性無機系のポリマーで微細孔を完全に塞ぐ。</p>  <p>形成される無機系ポリマーは撥水性を持たせているので、コンクリートの空隙率に見合った塗布量が確保できず細孔を完全に塞ぐことができません。</p>  <p>塗布量を調整することで、コンクリート表面に塗膜を形成させないことも(含浸のみ)、塗膜を形成させること(含浸被覆)も可能です。</p> <p>ポリマーは水蒸気(水分子)を透過するが、CO₂ガスは透過させず。</p>	<p>シラン/シリケートをコンクリートの微細孔へ浸透させ、コンクリート表面および微細孔の内壁に撥水性の分子膜を形成させる。</p>  <p>撥水性を強くするために、C6~C12のアルキル基を側鎖に持ったシランを活用しているメーカーが多い。</p> <p>コンクリート 撥水系シラン シランの配向</p>  <p>撥水基を持ったシランは、コンクリート中のSiと水素結合して、C6~C12の撥水基を細孔の中心に向けて配列し、この撥水基が水の侵入を抑制している。</p> <p>但し、この撥水形シラン同士を化学反応させてポリマー化するのは難しく、上図の如く各分子がコンクリート表面に配向している状態です。</p>	<p>プライマー・パテ施工後、各種有機系樹脂塗料を複数層(2-5層)塗布</p> <p>土木学会発行「119コンクリートライブラリー-表面保護工法設計施工指針(案)」Page 189-190に塗布仕様の例示があります。</p> <p>塩害対応仕様例</p>  <p>ポリウレタン樹脂塗料 エポキシ樹脂塗料 エポキシ樹脂パテ エポキシプライマー 塗膜厚さ 190μm</p>
コンクリート保護性能 : 土木学会 JSCE-K571			土木学会119コンクリートライブラリー-表面保護工法設計施工指針より抜粋表示	
透水量抑制		92~97% :グレードA ○	56~96% 製品による :グレードC~A ×~○	95~100% :グレードA ○
水蒸気透過性		95~100% :グレードA ○	58~96% 製品による :グレードC~A ×~○	0~5% :グレードC ×
塩化物イオン浸透抑制		92~97% :グレードA ○	51~91% 製品による :グレードC~A ×~○	95~100% :グレードA ○
中性化抑制		84~100% :グレードA ○	0~10% 製品による :グレードC,B ×~△	84~100% :グレードA ○
その他の特性				
流水時の摩擦損失の低下		摩擦損失は、無垢コンクリートの1/4程度 同一流量時の流速は、無垢コンクリートの約2倍 ◎	コンクリート表面凹凸は変化なし、且つ表面のシラン分子は用水開始後排除され撥水性はなくなる。 よって無垢コンクリートからの変化なし ×	塗膜の撥水性有無により、摩擦損失はHS-300並みもしくは半分程度の向上。 ○
<p>円管内の流れの圧力損失 $\Delta p = 4f(\rho u^2)/(2g_c) * (L/D)$ f:摩擦損失係数、ρ:密度、u:流速、g_c:重力単位換算係数、L:管長、D:管径</p> <p>Frommによれば、粗面管の $f = 0.0025 * (k/D)^{0.314}$ (k:粗さに対応した数値)であり</p> <p>kは、粗雑なセメント管(表面に粒径1-2mmの砂が付いている): 7 $f = 0.00461 * (1/D)^{0.314}$</p> <p>ガス管、引抜鋼管、アスファルト塗り鉄管 :1.5 $f = 0.00284 * (1/D)^{0.314}$</p> <p>となり、セメント壁をガス管の如く滑らかにすることで、圧力損失は、$284/461 = 62\%$に低下しうる。</p> <p>これは、Δp、つまり水流の高低差が一定の場合、流速uが、$1/(0.62)^{0.5} = 1.27$倍になることとなる。</p> <p>更に、パーミットHS-300が形成する塗膜は、ガス管よりも滑らかであり、且つ撥水性であるので、上記に比べ更に圧力損失を低下できると考えられ、コンクリートU字溝(内径6cm)における簡易な導水試験においては、コンクリート無垢での流速0.5m/sに対して、HS-300をに塗布した場合、同一流量m³/Hrでの流速は、約1m/sと約2倍となることを確認、これは塗膜の平滑性および撥水性の相乗効果であろうと推察。</p>				

項目	コンクリート	ハーミイトHS-300クリアー (シリル/シリケート系含浸被覆材)	他社シリル/シリケート系含浸材	有機系被覆材 (有機系塗料)
コンクリート表層の緻密化による摩耗の低減	<p>砂礫濃度40ppm、流速7m/sでは、約1mm/Yの摩耗損耗あり。</p> <p>笹倉ほか：高速流水中の砂礫によるコンクリートの摩耗に関する実験的研究、土木学会年次学術講演会、pp83-84、2003/9</p>	<p>HS-300のポリマーが存在している表層部では摩耗量が無垢コンクリートの約60%まで低減。</p> <p>W/C50モルタルへ塗布し、往復式摩耗試験機(#60研磨紙)にて摩耗量を測定</p> <p>HS-300クリアーは、理化学研究所SACLA(X線自由電子レーザー施)の緻密コンクリート床面の表層強度向上に使われています。</p>	無垢コンクリートと同じ	<p>×</p> <p>塗膜の硬度から推定すると、HS-300より摩耗しやすい。 HS-300クリアー : 3H 一般の有機系塗膜 : F程度</p> <p>参考) HS-300カラー塗膜は、5H硬度(ブラシ洗浄時に傷付かず)、且つ不燃性であるので、タイルに代わりトンネル内壁の視線誘導塗装に使用されている。</p>
Caの溶出防止	<p>水中部のコンクリートでは、Ca溶出により、表層部の粗骨材が露出、中性化も進行。</p> <p>森ほか：長期供用された農業用水路のコンクリート通水表面の変質、コンクリート工学年次論文集、Vol.31 No.1.2009</p>	<p>HS-300ポリマーにより、コンクリート表層の細孔を完全に塞いでいるので、Caの溶出は起こらず。</p>	撥水性維持期間は、水の侵入を防止するので、Ca溶出は防止可能。	<p>○</p> <p>塗膜によりCa溶出を防止可能</p>
耐用年数		<p>超長期の耐用</p> <p>背面水の圧力が上昇しても、根付塗膜なので塗膜剥離は起こさず。(ポリマーの引っ張り応力はコンクリートの2倍以上なので、まずコンクリートが破壊)</p> <p>ポリマーは無機系であるので紫外線劣化もなく、細孔の形状に合わせた複雑形であるため、除去されず、ほぼ無期限の耐久性あり。</p>	<p>○</p> <p>背面水、流入水の圧力が高くなると、分子配向が崩れ、撥水性が損なわれる。(この限界圧力は、塗布量、浸透深さに依存)</p> <p>シリルはコンクリートに配向しているだけなので、水中へシリルが溶脱していくことで撥水性は経時的に(2年程度としている文献あり)消失。</p>	<p>×</p> <p>10~15年程度の耐用</p> <p>背面水の圧力上昇、背面水によるCa溶解による塗膜付着力低下等による塗膜剥離の懸念あり。</p> <p>有機系であるため、紫外線劣化による塗膜の損耗あり。</p>
塗工日数		1日	1~2日	<p>○</p> <p>1Day/1Coatなので塗布層数による</p>
塗布完了後の用水開始までの期		<p>常温養生1日にて用水可能</p> <p>5m水頭衝撃、流速1m/s程度の清水</p> <p>1vol%細骨材分散水の1m/s程度であれば損傷なし</p>	常温養生1日にて用水可能	<p>○</p> <p>常温養生1日にて用水可能</p>
総合評価		○		<p>×</p>