

既設構造物にけい酸塩系表面含浸工法を適用するにあたっての留意点

INDEX

1. 既設構造物に表面含浸工法を適用するにあたっての比較表.....	2
2. 前処理(中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートの除去)	4
3. けい酸塩系表面含浸工法が効果を発揮するメカニズム.....	5
4. けい酸塩系表面含浸材の種類と特徴.....	7
5. Osmo-kk(既設構造物特化型：けい酸リチウム系・固化型)の開発の経緯	10
6. Osmo シリーズのデータ一覧表	11
7. 品質検査.....	12
8. 性能確認検査.....	15
9. 施工図(既設トンネル覆工コンクリートへの適用例).....	17
10. アルカリ性付与について.....	18
11. 耐用年数について.....	20
12. アルカリシリカ反応による膨張抑制を目的としたけい酸塩系表面含浸材の利用.....	21
13. シラン系表面含浸材の特徴.....	22
14. Osmo-kk 実績(平成 26・27・28・29 年度)	24

既設構造物の補修案件が増大しています。それに伴い弊社には、既設構造物にけい酸塩系表面含浸材を適用するにあたっての留意点に関するお問い合わせが急増しています。**結論から申し上げますと、市販されているほとんどの製品(けい酸ナトリウム・カリウム系・反応型の製品)は中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートに適用しても効果が得られないと考えられます。**その理由について「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)」[土木学会：平成 24 年 7 月発刊] コンクリートライブラリー137(以下 CL137)の記述をベースに説明致します。その他よくお問い合わせがある項目についても記載しました。

平成 29 年 7 月
株式会社リナック八千代

1. 既設構造物に表面含浸工法を適用するにあたっての比較表

	けい酸リチウム系 固化型表面含浸材	けい酸ナトリウム系 反応型表面含浸材	シラン系 表面含浸材
概要	<ul style="list-style-type: none"> • コンクリート表層部に含浸した材料が、含浸初期段階で一部がコンクリート中の水酸化カルシウムと反応した後、残りの主成分が乾燥によって難溶性の固化物となって、コンクリート表層部を緻密化することでひび割れや微細な空げきを閉塞させ、水等の劣化因子の侵入を抑制する。 • コンクリート構造物の外観を損なわない。 • コンクリート内部の水分を逸散させることが可能。呼吸性を損なわない。 	<ul style="list-style-type: none"> • コンクリート表層部に含浸した材料が、コンクリート中の水酸化カルシウムと反応して、セメント水和物に組成の近い C-S-H ゲルを生成し、コンクリート表層部を緻密化することでひび割れや微細な空げきを閉塞させ、水等の劣化因子の侵入を抑制する。 • コンクリート構造物の外観を損なわない。 • コンクリート内部の水分を逸散させることが可能。呼吸性を損なわない。 	<ul style="list-style-type: none"> • コンクリート表層部に含浸した材料が、コンクリート表面から数ミリの厚さの範囲に撥水層(吸水防止層)が形成され、水等の劣化因子の侵入を抑制する。紫外線によって撥水効果が失われた後もコンクリート内部に生成された吸水防止層は効果を発揮する。 • コンクリート構造物の外観を損なわない。 • コンクリート内部の水分を逸散させることが可能。呼吸性を損なわない。
特色	<ul style="list-style-type: none"> • 中性化が進行した構造物でも固化物が空げきを緻密化し効果を発揮する。 • 空げきを充てんできる十分な量の固化物を生成できることが重要。 • 中性化を促進させた供試体を用いた透水量試験等での性能確認が必須。 	<ul style="list-style-type: none"> • 中性化が進行した構造物では、表層部の水酸化カルシウムが消滅していて C-S-H ゲルを生成できず、効果を発揮できない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大きな水圧が作用する場合や水が滞留する場合は効果を発揮できない。 • 既設構造物へ含浸するが大きな吸水抑制効果は発現しない。 • コンクリートを緻密化しない。 • クラックの閉塞は出来ない。 • 集水しやすい部分ではスケーリングを発生する。スケーリングが加速的に進むことがある。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> • 断面修復した部位も、アルカリ性を失った部位も連続して施工できる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 中性化が進行した構造物では、アルカリ性を失ったコンクリートを除去し、断面修復した後施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 材料の含浸後反応が完了するまでは、降雨などに合わないよう養生する必要がある。

他工法との 組合せ	<ul style="list-style-type: none"> 被覆工法の施工前に下地強化として施工が可能。 防水シートとの付着性も問題ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 断面修復後であれば、被覆工法の施工前に下地強化として施工が可能。 防水シートとの付着性も問題ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 付着性の問題があり被覆工法との併用は難しい。 防水シートとの付着性に問題あり。
再施工	<ul style="list-style-type: none"> 再施工可能 施工後はコンクリート同様と考えてよい。 	<ul style="list-style-type: none"> 再施工可能 ただしアルカリ性を失った部分を除去し断面修復後の施工。 	<ul style="list-style-type: none"> 再施工できない製品もあるので注意が必要。
経済性	3,500 円/m ² (NETIS 掲載価格を参考)	3,500 円/m ² (NETIS 掲載価格を参考) ただし施工にあたり前処理として劣化部分の除去と断面修復が必要。	3,000～4,000 円/m ² (NETIS 掲載価格を参考) ただしひび割れ等の破損部の補修が必要。

けい酸塩系とシラン系とのハイブリッド製品

- けい酸塩系表面含浸材の性能試験である K572 試験のデータが示されていない。
- けい酸塩系の独自の性能試験である、加圧透水試験、ひび割れ透水試験(K572 試験)のデータが示されていないのでシラン系の材料としての判断しかできない。
(加圧透水試験は撥水効果ではなく緻密化によって得られる性能。またひび割れ透水試験は生成されたゲルによるひび割れの閉塞に関する試験)
- 材料の成分がハイブリッドであっても、**効果がハイブリッドであることが示されていない。**
(けい酸塩系の特色を示すデータが無いので、大きな水圧が作用する場合や水が滞留する場合「貯水槽・水路等」への適用ができない。)

2. 前処理(中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートの除去)

CL137 に以下の記述があります。

CL137 53 頁

5.5 前処理

- (1) 新設構造物にけい酸塩系表面含浸工法を適用する場合には、コンクリートの打込み後、所定の期間コンクリートの養生を行った後、必要に応じて適切な前処理を行わなければならない。
- (2) 既設構造物にけい酸塩系表面含浸工法を適用する場合には、劣化機構や劣化過程、補修後の予定供用期間等を考慮して、必要に応じて適切な前処理を行わなければならない。

解説

特別な場合を除けば前処理を必要としないことが、けい酸塩系表面含浸工法の特長であるが、施工箇所のコンクリート表面および表層部の状況に応じて、以下の前処理を行う。なお、これらの前処理を行った場合には、けい酸塩系表面含浸工の施工面の健全性と平滑性が確保されていることを、目視等により確認しなくてはならない。

①下地処理

打継ぎ部や型枠等の目違い、コールドジョイント、豆板、木コン跡、浮き、漏水、断面欠損、ひび割れ、著しい凹凸、ぜい弱部等がある場合に、けい酸塩系表面含浸工法の適用によってコンクリートに所要の性能が得られるように、健全で平滑な下地とするための工程であり、コンクリート表層部の状況に応じた適切な方法で処理することが重要である。下地処理に用いる材料は、けい酸塩系表面含浸材の含浸を阻害しないものを選定する必要がある。

②劣化部除去

塩化物イオン等劣化因子を含有した部分のコンクリート、および中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートや凍害等により劣化したコンクリートを必要に応じて除去する工程であり、適切な範囲を適切な方法で除去する。詳細については土木学会コンクリートライブラリー119「表面保護工法 設計施工指針(案)[工種別マニュアル編]断面修復工マニュアル」を参考にするとよい。

③断面修復工

劣化部を除去した箇所および欠損箇所を元の断面に戻すための工程であり、必要に応じて鉄筋等の防せい処理を行った後、適切な材料および方法で断面修復を行う。詳細については土木学会コンクリートライブラリー119「表面保護工法 設計施工指針(案)[工種別マニュアル編]断面修復工マニュアル」を参考にするとよい。なお、断面修復材を選定する際には、けい酸塩系表面含浸材の含浸を阻害しないものを選定する必要がある。

中性化が進行した既設構造物にけい酸塩系表面含浸工法を適用するには、中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートを除去し、断面修復した後でなければ適用できないこととなります。まさに特別な場合を除いては前処理を必要としないけい酸塩系表面含浸工法の特長が生かされないこととなります。

3. けい酸塩系表面含浸工法が効果を発揮するメカニズム

中性化によりアルカリ性を失ったコンクリート構造物へのけい酸塩系表面含浸工法の適用が難しい理由は、けい酸塩系表面含浸工法が効果を発揮するメカニズムそのものにあります。そのため、これを解決することが重大な課題となります。

CL137 10 頁

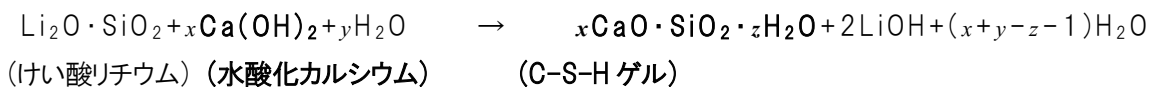
2.2 けい酸塩系表面含浸材の基本品質

- (1) 本指針(案)で適用対象とするけい酸塩系表面含浸材は、水酸化カルシウムとの反応性を有し、乾燥固形分率が確認されているものとする。
- (2) けい酸塩系表面含浸材の水酸化カルシウムとの反応性および乾燥固形分率は、土木学会規準 JSCE-K572「けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)」により確認するものとする。

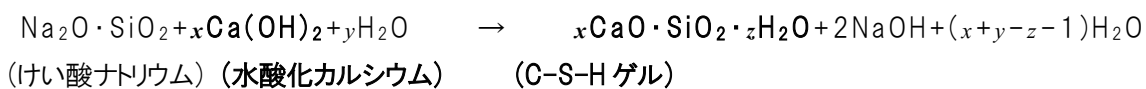
解説(1)

けい酸系表面含浸材の主成分は、以下に示すように水酸化カルシウムと反応し、コンクリート中に C-S-H ゲルを生成させるものでなければならない。けい酸塩系表面含浸材においては、水が介在する状態においてコンクリート中でこれらの反応が生じることが、最も基本かつ重要となる。

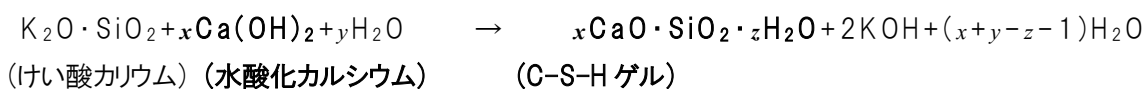
・主成分としてのけい酸リチウムと水酸化カルシウムの反応式の例



・主成分としてのけい酸ナトリウムと水酸化カルシウムの反応式の例



・主成分としてのけい酸カリウムと水酸化カルシウムの反応式の例



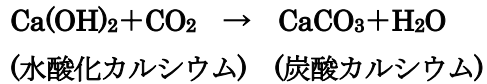
また、けい酸塩系表面含浸材の機能は、主成分の量により大きく異なる。したがって、本指針(案)では、主成分の量を把握する指標として乾燥固形分に着目し、対象とするけい酸塩系表面含浸材に本指針(案)を適用するにあたっては、事前に乾燥固形分率を確認しておくことを前提とすることとした。なお、本指針(案)の作成に際し、けい酸塩系表面含浸材の材料製造業者または材料販売元業者を対象に行ったアンケート調査ならびに、既往の論文等での確認試験結果等では、含浸材が所要の性能を有するために必要な乾燥固形分率は 10% 程度以上とされているものが多い。

解説(2)

土木学会規準 JSCE-K572「けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)」に従い、水酸化カルシウムとの反応性および乾燥固形分率の確認を行う場合には、対象とする試料の希釈や濃縮を行ってはならない。

けい酸塩系表面含浸材は水酸化カルシウムと反応してコンクリート中に C-S-H ゲルを生成し、コンクリート表層部を緻密化することによって性能を発揮します。

中性化の主たる原因は、大気中の炭酸ガスのコンクリートへの拡散による炭酸化です。コンクリート中の水酸化カルシウムが炭酸ガスと反応して炭酸カルシウムに変化してしまいます。化学式は以下の通りです。



主成分がけい酸リチウム、ナトリウム、カリウムであれ、水酸化カルシウムと反応して C-S-H ゲルを生成することができなければ効果を発揮できません。中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートは表層部の水酸化カルシウムが減少・消滅(炭酸カルシウムに変化)しているので、反応する相手が存在せず効果を発揮できません。含浸した薬剤がただコンクリート中で乾燥するだけです。

4. けい酸塩系表面含浸材の種類と特徴

けい酸塩系表面含浸材はコンクリート表層部の改質機構により、固化型けい酸塩系表面含浸材と反応型けい酸塩系表面含浸材に分類されます。

CL137 11 頁

2.3 けい酸塩系表面含浸材の種類

(1) けい酸塩系表面含浸材は、コンクリート表層部の改質機構により、次の 2 種類に分類する。

1) 固化型けい酸塩系表面含浸材

2) 反応型けい酸塩系表面含浸材

(2) 固化型けい酸塩系表面含浸材と反応型けい酸塩系表面含浸材は、土木学会規準 JSCE-K572「けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)」に基づいて分類するものとする。

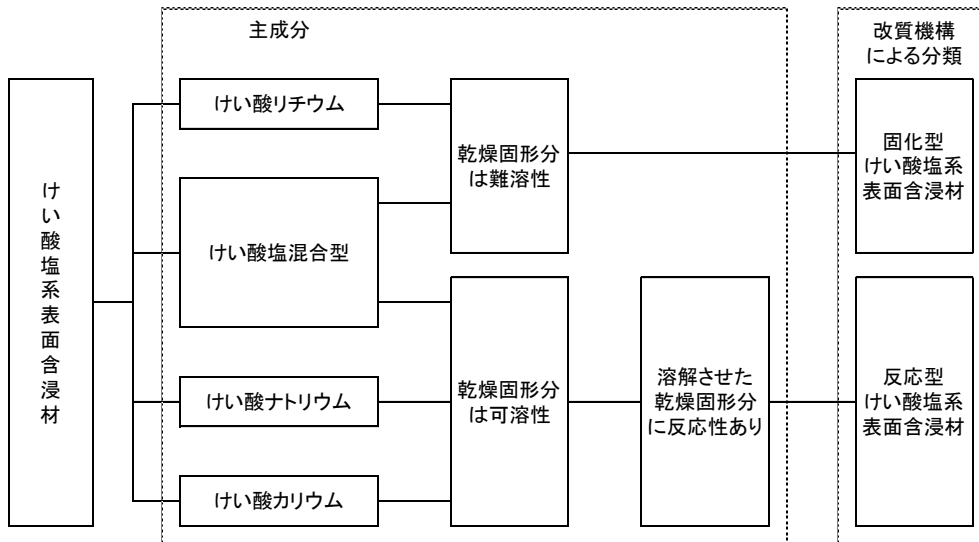
解説(1)

けい酸塩系表面含浸材は、コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応による C-S-H ゲルの生成ならびに主成分の乾燥固化により、コンクリートの空げき構造を緻密化することでコンクリート表層部を改質する。このうち、**含浸の初期段階で主成分の一部が水酸化カルシウムと反応した後、残りの主成分が乾燥にともなって難溶性の固化物となって空げきを充てんすることを主として期待した材料を、本指針(案)では、固化型けい酸塩系表面含浸材と分類した。**一方、水酸化カルシウムとの反応を繰り返すことにより、長期的に空げきを充てんすることを期待した材料は、反応型けい酸塩系表面含浸材と分類することとした。両者は改質機構が異なり、これによって設計、施工および維持管理の方法も異なるため、適用するけい酸塩系表面含浸材がどちらに分類されるかを事前に把握することが重要である。解説 表 2.3.1 に、固化型けい酸塩系表面含浸材および反応型けい酸塩系表面含浸材の特徴を示す。また、解説 図 2.3.1 に主成分と改質機構の関連を示す。

解説 表 2.3.1 けい酸塩系表面含浸材の種類と特徴

種類	特徴
<p>固化型 けい酸塩系表面含浸材</p>	<ul style="list-style-type: none"> 材料自体の乾燥により固化が進行し、その固化物によってコンクリート中の空気を充てんする。材料が乾燥した後の固化物は難溶性である。ただし、含浸の初期段階である溶液時には、反応型けい酸塩系表面含浸材と同様に、コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応によりC-S-Hゲルを生成する。 改質効果を発現させるためには、乾燥固化物の生成を促す必要があり、養生期間中はコンクリートを乾燥状態に保つことを必要とする。 主成分として、けい酸リチウムが高い質量割合で混合されている。
<p>反応型 けい酸塩系表面含浸材</p>	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応によりC-S-Hゲルを生成して、コンクリート中の空気を充てんする。未反応のまま残存している主成分が乾燥により析出しても、水分が供給されると再度溶解し、水酸化カルシウムとの反応性を有する。 改質効果を発現させるためには、材料を溶解状態にしておく必要があり、養生期間中はコンクリートを湿潤状態に保つことを必要とする。 主成分として、けい酸ナトリウムまたはけい酸カリウムの単体、もしくはその両者が高い質量割合で混合されている。

解説 図 2.3.1 主成分と改質機構の関連



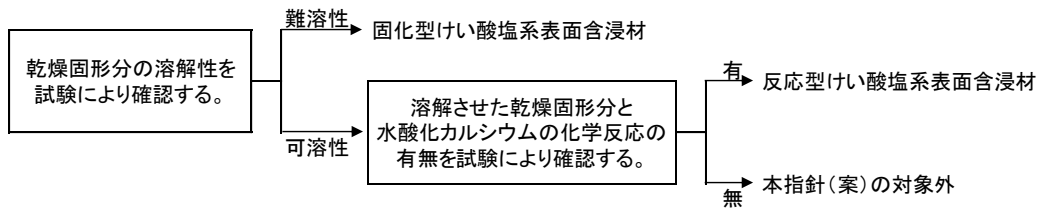
解説(2)

本指針(案)で対象とするけい酸塩系表面含浸材は、土木学会規準 JSCE-K572「けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)」により、材料の改質機構を確認し、固化型あるいは反応型のいずれかに分類されたものでなければならない。すなわち、解説 図 2.3.2 に示すとおり、まず、乾燥固形分の溶解性試験によって、乾燥固形分が難溶性あるいは可溶性かの判定を行い、さらに、乾燥固形分が可溶性であると判定された場合には、溶解させた乾燥固形分が水酸化カルシウムとの反応性を有していることを試験によって確認しなければならない。

以上の試験の結果を基に、乾燥固形分の溶解性試験で乾燥固形分が難溶性と判定された場合には、固化型けい酸塩

系表面含浸材に分類する。一方、乾燥固形分の溶解性試験で乾燥固形分は可溶性と判定され、かつ、溶解させた乾燥固形分が水酸化カルシウムとの反応性を有することが確認された場合には、反応型けい酸塩系表面含浸材に分類する。

解説 図 2.3.2 種類判定試験の流れ



以上を勘案すると中性化によりアルカリ性を失ったコンクリート構造物には固化型けい酸リチウム系コンクリート含浸材を適用すれば効果を発揮できることとなります。ただし、**十分な量の難溶性固化物を生成する薬剤**であることが重要です。

これを満足すべく開発されたのが **Osmo-kk : 固化型けい酸リチウム系コンクリート含浸材**です。
(けい酸リチウム水溶液にアルカリ金属類を添加するという弊社の特許に基づく製品です。)

この製品の開発により中性化によりアルカリ性を失ったコンクリートを除去することなく、したがって断面修復をすることなく、前処理を必要としないけい酸塩系表面含浸工法の特長を生かすことが可能になりました。

5. Osmo-kk(既設構造物特化型：けい酸リチウム系・固化型)の開発の経緯

中性化が進行した既設構造物に反応型のけい酸塩系表面含浸材を適用しても、コンクリート表層部の水酸化カルシウムが減少・消滅していて、薬剤の成分が水酸化カルシウムと反応し、C-S-H ゲルを生成することができないため、コンクリートを緻密化することができず性能を発揮できません。

上記の問題を解決するため、中性化が進行したコンクリート構造物に水酸化カルシウム水溶液を塗布し、表層部の水酸化カルシウムを補充した後、反応型のけい酸ナトリウム系を塗布する工法は以前から提唱されています。弊社も今後既設構造物の補修案件が増大することが予想されることから、様々な工法を模索してきました。その中で上記の水酸化カルシウム水溶液の事前塗布も検討して参りました。しかしながら十分な成果は得られませんでした。

その理由として、水酸化カルシウムは飽和水溶液であっても溶解度が低いからであると考えています(0.17%：塩化カルシウムの 1/200 程度)。水酸化カルシウム水溶液を事前塗布したうえで、反応型の含浸材を塗布しましても、透水量試験の結果に差異は見られませんでした(水酸化カルシウムの施工前塗布は効果なし)。

更に水酸化カルシウム水溶液と、反応型けい酸ナトリウム系含浸材を混合したものを塗布する方法も試しましたが、実験結果に非常にばらつきがあること、また粘度管理が極めて困難であることから実用は困難であると判断しました。

そしてたどり着いたのが Osmo-kk です。弊社の製品のプロトタイプであります Osmo(けい酸塩混合型・反応型/けい酸リチウム・ナトリウム・カリウムの混合型)は中性化が進行している構造物にもそれなりの効果がありました(中性化を促進させた供試体を用いた透水量試験で抑制率 33%)。成分にけい酸リチウムを含有するため、固化型の性質も併せ持つためと考えられます。

固化型けい酸塩系表面含浸材は、コンクリート表層部に含浸した材料自体の乾燥によって難溶性の固化物を生成しコンクリート表層部を緻密化することにより性能を発揮します。Osmo の成分比率を大きく変更したものが Osmo-kk(けい酸リチウム系・固化型)です。けい酸ナトリウム・カリウムの比率を下げ、リチウムの比率を大幅に上げました。そして単位面積当たりの難溶性の固化物の生成量を増大させました。

Osmo-kk は新設構造物に適用する場合でも、既設構造物に適用する場合であっても、薬剤の乾燥によって固化した難溶性の生成物がコンクリート表層部を緻密化することによって性能を発揮します(新設にも既設にも適用可能：断面修復を実施する箇所としない箇所双方に適用可能)。

Osmo-kk は中性化を促進させた供試体を用いて、JSCE-K572 透水量試験に準拠した試験を実施し、効果を確認しています(新設、既設でほとんど変わらない試験結果が出ています)。透水量の抑制効果は緻密化の結果得られるものであり、中性化抑制性能・遮塩性能も発揮できると考えられます。なお、品質試験結果報告書に記載している試験結果は新設構造物に適用したものです。

6. Osmo シリーズのデータ一覧表

項目	Osmo HK-070015-V	Osmo-xp HK-070015-V	Osmo-kk HK-070015-V
用途	新設・既設 総合型	新設・断面修復後特化型	既設特化型
種類	けい酸塩混合型 反応型	けい酸系ナトリウム 反応型	けい酸系リチウム 固化型
乾燥固形分率	16.2%	28.7%	19.4%
乾燥固形分量	32g/m ²	115g/m ²	58g/m ²
密度(比重)	1.100~1.180g/cm ³	1.220~1.300g/cm ³	1.100~1.180g/cm ³
pH値	12.0~12.8	12.2~13.0	11.2~12.0
色(薬剤)	無色透明		
含浸深さ(※1)	6mm	6mm	3mm
中性化深さ比	76%(抑制率 24%)	54%(抑制率 46%)	77%(抑制率 23%)
塩化物イオン浸透深さ比	75%(抑制率 25%)	78%(抑制率 22%)	70%(抑制率 30%)
透水比	38%(抑制率 62%)	18%(抑制率 82%)	27%(抑制率 73%)
吸水比	82%(抑制率 18%)	54%(抑制率 46%)	73%(抑制率 27%)
質量損失比 (スケーリングに対する抵抗性試験)	57%(抑制率 43%)	31%(抑制率 69%)	55%(抑制率 45%)
ひび割れ透水比	12%(抑制率 88%)	0%(抑制率 100%)	3%(抑制率 97%)
加圧透水比	83%(抑制率 17%)	17%(抑制率 83%)	24%(抑制率 76%)
中性化したコンクリートでの 透水比(※2)	67%(抑制率 33%)	— (差異は認められない)(※3)	29%(抑制率 71%)
施工後外観状況	わずかに濡れ色を呈する程度の変化		
塗布量(原液)	200g/m ²	400g/m ²	300g/m ²
施工ロス率	上向き:15% 横向き:10% 下向き:5%		
塗布対象状況	湿潤状態 (目視状況:全体に濡れ色 が残っている状態 指触状 況:わずかに指が湿る程 度:含水率約7%)	湿潤状態 (目視状況:全体に濡れ色 が残っている状態 指触状 況:わずかに指が湿る程 度:含水率約7%)	乾燥状態 (目視状況:濡れ色が残って いない状態 指触状況:指 は水で濡れない状態:含水 率5%以下)
安全性	有害物質を検出せず		
注意事項	強アルカリ性		
保管	5~40°Cの直射日光を避けた環境		
設計価格(材料)	2,000円/m ²		
設計価格(材工共)	3,500円/m ²		
特許	特許第4484872号	—	特許第4484872号

※1 含浸深さは試験方法が定められました。以前、公表している数字とは異なります。(Osmo)

※2 二酸化炭素濃度5%にした中性化槽内で2週間中性化を促進させた供試体を用いて、JSCE-K572-2012透水量試験に準拠した試験結果です。

※3 Osmo-xpは反応型であり、コンクリート表層部の水酸化カルシウムが減少・消滅している供試体での試験のため、薬剤と反応せず、効果を発揮できません。

7. 品質検査

CL137 により、品質検査が義務づけられました。

CL137 20 頁

3.3 品質の表示と保証

けい酸塩系表面含浸材の材料製造業者または材料販売元業者は、けい酸塩系表面含浸材の品質評価の試験結果を表示し、保証しなければならない。

解説

けい酸塩系表面含浸材の材料製造業者または材料販売元業者は、けい酸塩系表面含浸材の品質試験の結果を解説表 3.3.1 および解説表 3.3.2 により表示し、報告書としてとりまとめなければならない。品質試験結果報告書には、品質の保証対象となるけい酸塩系表面含浸材の製品名とその出荷日、および保証の責任を負う材料製造業者または材料販売元業者を明記しなければならない。さらに、試験成績表も併せて添付しなければならない。なお、改質効果に関する品質項目のうち、評価試験を実施していないものは無記入とする。けい酸塩系表面含浸工法の設計を行う者は、けい酸塩系表面含浸工法が適用されるコンクリート構造物の状態等を踏まえ、目的に応じた品質項目に対して満足する試験値が示されているものの中からけい酸塩系表面含浸材を選定し、「4 章 設計」で示されるけい酸塩系表面含浸工法の設計において、適宜、その試験値を参考にするとよい。また、けい酸塩系表面含浸材を用いて設計を行う者は、設計図書に示される仕様と、けい酸塩系表面含浸材の品質試験結果報告書に基づいて、実際に使用するけい酸塩系表面含浸材を選定するとよい。なお、けい酸塩系表面含浸材の受入れを行う者は、試験値比 P が、材料製造業者または材料販売元業者の定める目標値の範囲にあることを確認しなければならない。

CL137 66 頁

6.2 けい酸塩系表面含浸材の品質検査

けい酸塩系表面含浸材の品質検査は、設計で選定した所要の品質を有することを確認するために、工事着手前に実施しなければならない。

解説

けい酸塩系表面含浸材の品質検査は、「4 章 設計」によって選定され、「5 章 施工」の施工計画によって最終選定されたけい酸塩系表面含浸材が、所要の品質を有していることを確認するために、解説表 3.3.2 に示すけい酸塩系表面含浸材の改質効果に関する品質試験結果報告書に従って、品質試験成績書やその他必要書類の審査を、工事着手前に実施しなければならない。

解説 表 3.3.1 成分に関する品質試験結果報告書の標準仕様

けい酸塩系表面含浸材の成分に関する品質試験結果報告書

名	称	:	
主	成	分	:
材料製造業者または材料販売元業者 :			
出	荷	日	: 年 月 日
使	用	期	限 : 年 月 日
製造ロット番号 :			

1. 表面含浸材の成分に関する品質項目

項目	材料製造業者または材料販売元業者の目標値	試験値
水酸化カルシウムとの反応性	有	
乾燥固形分率	% ~ %	%
種類		
密度	g/cm^3 ~ g/cm^3	g/cm^3
pH値	~	
色		

解説 表 3.3.2 改質効果に関する品質試験結果報告書

けい酸塩系表面含浸材の改質効果に関する品質試験結果報告書

名	称	:	
主	成	分	:
材料製造業者または材料販売元業者 :			
試	験	日	: 年 月 日
試	験	機 関	: 年 月 日
試験に用いたロットの番号 :			

1. 改質効果に関する品質試験における施工仕様書

塗布前のモルタル基板の含水率		%
塗布方法	刷毛塗り・ローラー塗り・噴霧	
塗布回数		回
塗重ね間隔		時間
標準塗布量		g/m ²
乾燥固形分量		g/m ²
含浸後の養生方法及び期間		

2. 表面含浸材の含浸性に関する品質項目

項目	試験値
表面含浸材の含浸深さ	mm

3. 改質効果に関する品質項目

項目	材料製造業者または材料販売元業者の目標値比P	試験値比P ⁽¹⁾
中性化深さ比	%以下	%
塩化物イオン浸透深さ比	%以下	%
電気抵抗比	%以下	%
透水比	%以上	%
吸水比	%以下	%
質量損失比	%以下	%
化学的侵食量比	%以下	%
ひび割れ透水比	%以下	%
長さ変化比	%以下	%
すり減り減量比	%以下	%
酸素拡散係数比	%以下	%
表面硬度比	%以上	%

注⁽¹⁾原状試験体および試験体の試験値を添付すること。原状試験体とは、土木学会基準JSCE-K572「けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)」に従って作製されたモルタル基板で、けい酸塩系表面含浸材を含浸させていないものを指す。試験体とは、原状試験体にけい酸塩系表面含浸材を含浸させ、適切な養生を行ったものを指す。

8. 性能確認検査

CL137 により、完了時に性能確認検査が義務づけられました。

CL137 69 頁

6.5.2 けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの性能確認試験

- (1) けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの完了検査では、設計時に設定した性能が確保されていることを試験によって直接確認する。
- (2) 試験による検査は、設計図書に明記された性能確認方法と判定基準に従って実施する。
- (3) 検査の結果、けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートにおいて、設計時に設定した性能が確保されていないことが明らかになった場合は、適切な処置を講じなければならない。

解説(1)

解説 表 6.5.1 にけい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの性能確認、現在適用可能な試験方法を示す。なお、けい酸塩系表面含浸工法は、塗布後の日数の過程につれて効果が高まるものであるため、性能確認試験は、施工完了後ではなく施工後 28 日以上経過した後に実施するものとする。

試験方法の選定にあたっては、けい酸塩系表面含浸工法の適用目的を考慮し、設計時に設定した性能に最も適したものを選定する必要がある。特に、現場から採取したコンクリートコアを試験体とする加圧透水性試験あるいは現場において実施する透水量試験は、表層部の水密性を確認するための試験法として既往の試験データも豊富にあり、また、解説 表 6.5.1 に示す性能確認試験方法の中でこれまでに最も多用されている方法である。一方、これら以外の試験方法の中には現状では十分にデータが蓄積されていないものも含まれているので、試験方法の選定にあたっては、今後のデータの蓄積状況も考慮しながら、慎重に行う必要がある。

解説 表 6.5.1 けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの性能確認試験方法

完了検査時に確認する物性	完了検査時に用いる試験方法	備考
中性化速度	促進中性化試験(JIS A1153による)	コアまたは現場設置供試体による試験
塩化物イオン浸透速度	促進塩化物イオン浸透試験(JSCE-G572Iによる)	
スケーリング量	スケーリングに対する抵抗性試験(JSCE-K572Iによる)	
ひび割れ部の透水量	ひび割れ透水性試験(JSCE-K572Iによる)	
透水係数	加圧透水性試験(JSCE-K572Iによる)	
すり減り量	摩耗試験(JIS A1453による)	
透水量	透水量試験(JSCE-K572Iによる)	微破壊原位置試験
表面反発度(表面硬度)	表面反発度試験(JIS A1155による)	非破壊原位置試験
コンクリートのアルカリ性	フェノールフタレイン溶液の噴霧により確認	

けい酸塩系表面含浸材の施工後はコンクリートの性情が変化しません(わずかに濡れ色が残る程度です)。そのため施工の確認は目視ではできません。CL137 では現場で採取したコンクリートコアを試験体とする加圧透水性試験あるいは現場において実施する透水量試験を最も信頼性の高い性能確認方法として推奨しています。

弊社は電源設備、コンプレッサー等の特殊な機材が一切不要で、施工前と施工後のコンクリートの透水量の差

を比較することにより簡単に正確な計測ができる試験器を開発し、平成 23 年 11 月に実用新案の登録をしました。水平部用、壁面用、天井面用があります。

Osmo 現場透水量試験器(NETIS:HK-120006-A)

壁面用

実用新案第3172025号



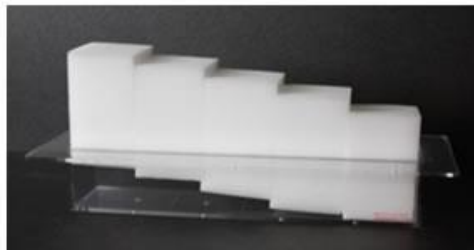
水平部用

実用新案第3172025号



天井面用

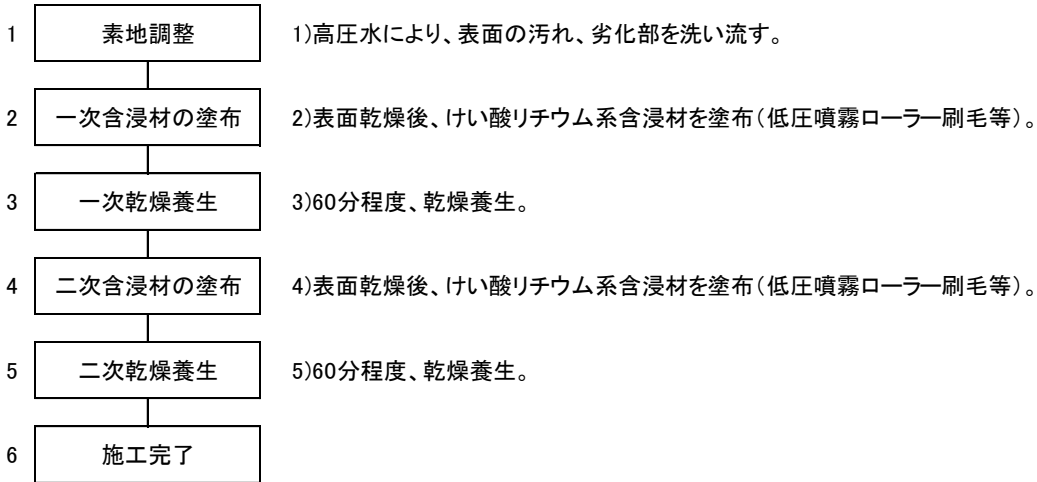
実用新案第3172498号



9. 施工図(既設トンネル覆工コンクリートへの適用例)

・表面含浸塗布工法

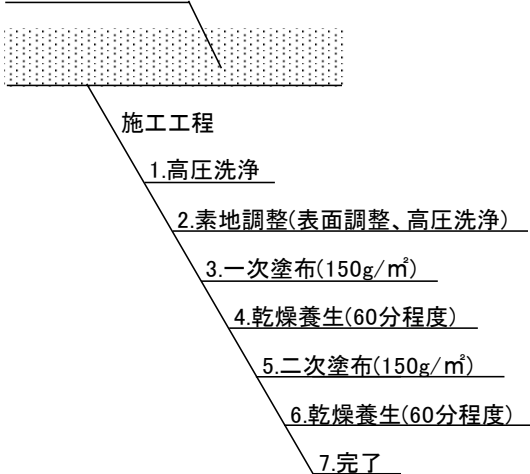
施工方法(施工順序)



サイクルタイム(1日当たりの作業能力)
 Q=120.0㎡/日(高所作業車・ローリングタワー足場)
 Q=150.0㎡/日(足場なし)

・補修工程図

覆工コンクリート



・表面含浸材の仕様

固化型けい酸リチウム系コンクリート表面含浸材
 標準塗布量 300g/㎡

JSCE-K572	試験値
含浸深さ	3mm
透水比	27%
吸水比	73%
塩化物イオン透水深さ比	70%
ひび割れ透水比	3%
加圧透水比	24%

・固化型けい酸リチウム系表面含浸材の表記は、土木学会の分類によるものであり、製品名ではありません。

・性能確認方法が確立されていることの明示も重要です。

・施工上の注意

断面修復する箇所とそのままの箇所が混在する現場では、全ての箇所でも Osmo-kk を使用して下さい。

Osmo-xp(反応型・湿潤状態で施工)と Osmo-kk(固化型・乾燥状態で施工)を使い分けるのは実際的ではありません。

Osmo-kk は新設にも既設にも有効です。

10. アルカリ性付与について

CL137 28 頁にあります「解説 表 4.4.1 新設または潜伏期にある構造物を対象とする場合の適用範囲の目安」によりますと、コンクリート表層部の改質—アルカリ性付与の項目について固化型・反応型とも「○」になっています。

解説 表 4.4.1 新設または潜伏期にある構造物を対象とする場合の範囲の目安

目的	改質する性能		固化型けい酸塩系 表面含浸材	反応型けい酸塩系 表面含浸材	
	劣化に対する抵抗性の向上	鋼材を保護 する性能	中性化抑止性	△	○
塩害抑止性			陸上、内陸、海上大気中	△	○
			飛沫帯、干満帯	△	△
			海中	—	—
凍害(スケーリング)抑止性		△	○		
化学的浸食抑止性	△	△			
コンクリート表層部の改質	ひび割れ透水性	○	○		
	防水性	△	○		
	すり減り抵抗性	△	△		
	表面硬度	○	△		
	アルカリ性付与	○	○		

凡例) ○: 適用可能な範囲、△: 要検討、—: 適用範囲外

しかしながら、その効果は限定的であり(アルカリ量がそれほど多くない)、アルカリ性に改善されるとは言えないと考えています。

また、中性化が進行したコンクリートは表層部の水酸化カルシウムが減少・消失しています。コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応により効果を発揮する反応型のけい酸塩系表面含浸材(一般的な製品のほとんどが当てはまります。弊社の Osmo-xp も同様です)では、C-S-H ゲルの生成が難しいものと思われます。従ってコンクリート表層部の改質は難しく、アルカリ性の付与も難しいと考えられます。Osmo-xp はアルカリ性の付与は出来ませんでした。

弊社の Osmo-kk は、けい酸リチウム系の固化型の製品です。コンクリート中に水酸化カルシウムが存在しなくても、材料自体の乾燥により固化が進行し、その固化物によってコンクリートの空気を充てんします(CL137 11 頁)。

中性化を促進させた供試体での透水量試験では反応型の Osmo-xp が無塗布との比較で全く差異が見られなかったのに対し、Osmo-kk は抑制率が 71%の試験結果が得られました(新設供試体での透水量試験結果 73%と大きな差異のないものです)。

しかし試験終了後、供試体を割裂した写真でお示しするように供試体 A・B・C とも断面部周辺ではフェノールフタレインを噴霧したにもかかわらず白くなっています。これは Osmo-kk は中性化した構造物に効果を発揮するが、アルカリ性の付与は出来ていないことを示しています。

中性化を促進させた供試体での透水量試験(Osmo-kk)

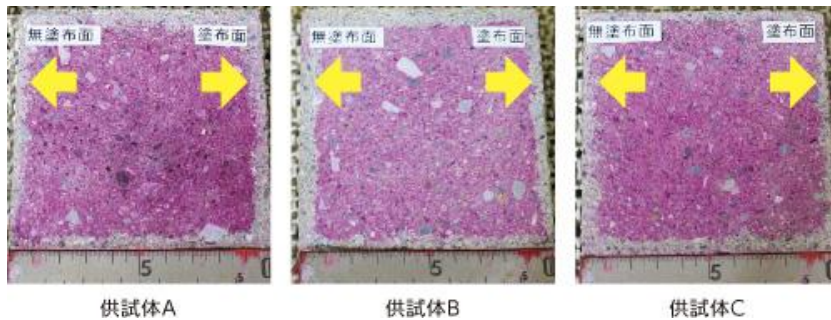
二酸化炭素濃度 5%にした中性化槽内で 2 週間中性化を促進させた供試体を用いて、JSCE-K572-2012 透水量試験に準拠した試験の結果です。

試験結果

供試体	透水量(ml)				抑制率(%)
	無塗布	無塗布平均値	塗布	塗布平均値	
A-1	32.5	28.0	7.3	7.4	73.6
A-2	31.1		7.3		
A-3	20.3		7.5		
B-1	17.1	23.8	6.4	6.0	74.8
B-2	20.8		5.4		
B-3	33.5		6.1		
C-1	33.7	25.1	8.8	8.7	65.3
C-2	17.6		6.8		
C-3	23.9		10.5		
平均抑制率(%)					71.2

試験終了後の断面状況

透水量試験終了後の供試体を切断し、断面の中性化の進行の状況を確認しました。



赤い部分はアルカリ性であることを示す。周辺部は白くアルカリ性の付与が出来ていないことを示す。

11. 耐用年数について

CL137 の 75 頁に劣化予測の項目があります。

CL137 75 頁

7.3.3 劣化予測

けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの劣化予測は、点検により得られた結果に基づき、適切な方法で実施しなければならない。

解説

けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの劣化予測は、点検時点以降の劣化の進行を予測し、その結果をけい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの耐久性の評価および対策の要否の判定とその適切な実施時期の検討に反映させることを目的とする。

けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリートの性能は経時的に低下していくが、その定量的なモデルは現状では示されていない。したがって、点検の結果から、外観の変状やその範囲、透水性や透気性等の性能試験の結果を収集、整理して劣化の進行を把握すると同時に、その結果と過去の実績や促進試験の結果等も参考にして総合的に劣化機構を推定し、これに基づき劣化の進行を予測するとよい。

上記の記述がありますので弊社として耐用年数について明言することはできません。被覆工法が材料そのものの性能で劣化を抑制するものであるのに対し、けい酸塩系表面含浸工法はコンクリートを緻密化することによって劣化を抑制します。元のコンクリートの状況次第で劣化の進行は異なります。また構造物の置かれている環境によっても劣化の進行は異なります。

弊社の Osmo は試験施工から 10 年しか経過しておらず、暴露結果も十分なものはございません。JIS A1148 A 法による凍結融解試験で、1,200 サイクルまで試験を実施し、相対動弾性係数が 80%(健全性)を維持しました。一年の凍結融解回数、多い地域で 40 回ほどと予想しますと、30 年分の試験を行ったこととなります。その結果から Osmo が生成するゲルは 20~30 年は耐用年数があるものと推測されます。そのため上記指針(案)が刊行されるまでは、20 年をめどに再施工をお願いしていました。

12. アルカリシリカ反応による膨張抑制を目的としたけい酸塩系表面含浸材の利用

CL137 16 頁に以下の記述があります。

CL137 16 頁

けい酸塩系表面含浸材のコンクリート表面からの透水・吸水を抑制する効果により、コンクリートの含水率は低下することから、アルカリシリカ反応による膨張を抑制する効果を期待する向きもある。しかし、コンクリート中の水分移動は、コンクリートの表面からのみとは限らず、**コンクリート表面からの水分の移動を抑制することのみで、アルカリシリカ反応を抑制できるものではない**。したがって、アルカリシリカ反応による膨張抑制を目的とした、けい酸塩系表面含浸材の利用は、本指針(案)の適用対象としていない。

ASR 劣化の進行過程は、以下のように説明されています。骨材中のシリカ鉱物($m\text{SiO}_2$)とコンクリート中のアルカリ金属との化学反応によってアルカリシリカゲル($\text{Na}_2\text{O}/m\text{SiO}_2$)が形成されます。そしてアルカリシリカゲルが細孔溶液を吸収して膨張することによって発生します。十分な水・アルカリ金属イオン・骨材中の反応性シリカという3つの条件が揃ったときにASRによるコンクリートの劣化が生じます。

リチウムイオンの存在下ではアルカリシリカゲルの膨張が抑制されることが知られています。アルカリシリカゲル($\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$)にリチウムイオン(Li^+)が供給されることによって、水に対する溶解性や吸収性を持たないリチウムモノシリケート($\text{Li}_2 \cdot \text{SiO}_2$)またはリチウムジシリケート($\text{Li}_2 \cdot 2\text{SiO}_2$)に置換され(Na と Li のイオン交換)、アルカリシリカゲルが非膨張化されます。非膨張化されると、吸水膨張反応が収束するため、コンクリートのひび割れは進行しなくなります。

亜硝酸リチウムの加圧注入工法の施工後に、表面被覆工法、または表面含浸工法(けい酸塩系・シラン系)を適用し、**コンクリート表面からの水分の移動を抑制することで一層の効果が期待できます**。表面被覆工法が劣化状況を目視できないのに対し、表面含浸工法は劣化状況を目視できるという特色があります。またシラン系がクラックの閉塞が出来ないのに対し、けい酸リチウム系・固化型の Osmo-kk は微細なクラックを閉塞することが可能であり、より高い効果が期待できます。

また、**Osmo-kk の施工後にシラン系の表面含浸材を施工すればより高い効果が期待できます**。

13. シラン系表面含浸材の特徴

【メカニズム】

- ・現場の試験施工部（新設）での透水比の結果から、表面の撥水性が低下しても、透水比は下がらず、内部に含浸したものが効果を発現しているため。（資料 A : 11 頁）
- ・シラン系含浸材はコンクリート表面に含浸させることにより、コンクリート表面から数 mm の厚みの範囲に撥水層（吸水防止層）が形成され、水や塩化物イオンなどの劣化因子の侵入を抑制する。コンクリート構造物の外観を損なうことなく、比較的簡便に施工できる上、成膜せずに細孔を埋めることがないため、呼吸性を損なわない。（資料 B : 16 頁）

【水圧に対し】

- ・シラン系表面含浸剤はマトリックス（母材）の透水性は大きく低減するが、細孔が閉塞されていないため、大きな水圧が作用する場合は水分がコンクリート内部に侵入する。「コンクリート工学年次論文集 vol.22.No.1」（資料 A : 3 頁）
- ・シラン系含浸材は撥水機能を有するものの、表面は緻密化されないため、水の圧入に対する抵抗性は改善されない。雨が降りかかる程度であれば影響は小さいと思われるが、水が滞留しやすいもしくは過剰な水圧が作用しやすい環境では表層が飽和状態を迎えた後、スケーリングが加速的に進むことが懸念される。（資料 C : 131 頁）

【スケーリングに対し】

- ・シラン系表面含浸剤は集水しやすい部分ではスケーリングを発生する。非集水部ではスケーリング進行の抑制効果がある。（資料 A : 序文 7.研究、技術開発の内容と成果）

【塩水・塩化物イオンに対し】

- ・塩水による浸漬 90 日後の浸透深さは無塗布比で小さい数値を示す。（資料 A : 4 頁）
- ・シラン系表面含浸材は疎水層を形成させることで、吸水防止性能を発揮するため、水が移動媒体となる塩化物イオン等の劣化因子の遮断性にも優れる。（資料 B : 「工種別マニュアル編」 148 頁）
- ・シラン系の浸透性吸水防止剤により、塩化物イオンの浸透を抑制する効果は認められる。しかし、水圧がほとんど作用しないような状況で評価されており、水圧が作用するような環境下では塩化物イオン浸透抑制効果を期待できるかどうかは不明である。（資料 C : 136 頁）

【経年変化に対し】

- ・新設構造物における現場での試験施工の結果、垂直面では 1～3 年で紫外線劣化（撥水性がなくなる）が発生し、4 年後にはすべて撥水しなくなる。水平面は飛来した砂により覆われていたため、劣化が多少抑えられていた。（資料 A : 10 頁）

- ・シラン系表面含浸材を含浸させたコンクリート表面の撥水性は数ヶ月から1年程度で消滅することが多いが、コンクリート内部に含浸し、形成されている疎水層が長期間に亘り吸水防止性能を発揮することから、効果がコンクリート表面の撥水性の有無に左右されることはほとんどない。(資料B:「工種別マニュアル編」148頁)

【補修への適応性】

- ・既設構造物へのシラン含浸剤は含浸するが、大きな吸水抑制効果は発現しない。ひび割れ等の破損部の補修を行う必要がある。(資料A:17頁)

【浸透深さ】

- ・シラン系6種類(水系3種類、溶剤系2種類、無溶剤系1種類)の内、浸透深さ約2~3mmが5種類、6mm以上が1種類であった。(資料A:2頁)

【養生の条件】

- ・シラン系表面含浸材は含浸後、浸透しながら加水分解反応及び縮合反応を経て、含浸部のコンクリート組織を疎水化する。反応が完了するまでは、降雨などにあわないように養生する必要がある。(資料B:「工種別マニュアル編」149頁)

【保管、管理の条件】

- ・水系以外のシラン系は「消防法」「危険物の規制に関する政令」「危険物の規制に関する規則」「有機溶剤中毒予防規則」「特定化学物質など障害予防規則」「酸素欠乏症など防止規則」が対象となる。(資料B:「工種別マニュアル編」173頁)

出典 資料A:建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

「表面改質剤による既設コンクリート構造物の延命補修システムの構築」

資料B: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(案)」

資料C:土木学会

「コンクリートの表層被覆及び表面改質技術小委員会報告」

14. Osmo-kk 実績(平成 26・27・28 年度)

平成26年度

日付	備考
平成26年5月22日	平成25年度道路災害防除工事(県単)その1 神奈川県
平成26年8月1日	恵庭大橋 北海道
	気仙沼漁港大浦防波堤外災害復旧工事 東北地整
	JR上幹返送水路 JR
平成26年8月30日	ワッカタサップ川改修工事 小樽建設管理部
平成26年10月20日	橋梁長寿命化五月橋補修工事 釧路町
平成26年10月23日	釧路西港 北海道開発局
平成26年11月8日	244号標津町標津道路維持 標津町
平成27年3月13日	浅口市鴨方浄化センター建設工事その9 浅口市

平成27年度

日付	備考
平成27年4月15日	(111)郡山福島間特殊路盤その他修繕工事 JR
平成27年4月22日	439号線防災・安全交付金工事 高知県
平成27年6月8日	267号無名橋補修工事 宮崎県
平成27年7月17日	222号線本町橋橋梁補修上下部工事 宮崎県
平成27年7月18日	222号線本町橋橋梁補修上下部工事 宮崎県
平成27年8月31日	千代田橋改良工事 北斗市
平成27年9月12日	清流橋外2修繕工事 標津町
平成27年9月17日	蔭淵下波線道路防災減災対策工事 宇和島市
平成27年9月26日	朝里大橋 北海道
平成27年10月8日	朝里大橋 北海道
平成27年10月30日	大庭城南トンネル 神奈川県藤沢土木
平成27年10月31日	道路災害防除工事 神奈川県藤沢土木
平成27年11月5日	市道竹の浦神子沢油戸線神子沢隧道補修 鶴岡市
平成27年11月13日	大庭城南トンネル 神奈川県藤沢土木
平成27年11月20日	本村橋補修 宗像市
平成27年11月24日	大阪港北港南地区航路付帯施設護岸本体工事 近畿地整
平成27年12月14日	下宮橋ほか橋梁修繕工事 鳥栖市
平成28年1月6日	南三陸地区道路改良工事 東北地整
平成28年2月22日	下宮橋ほか橋梁修繕工事 鳥栖市
平成28年2月29日	西橋補修工事 静岡県

平成28年度

日付	備考
平成28年4月11日	松崎橋 長野県大町市
平成28年7月25日	志津川漁港環境施設外復旧工事 宮城県
平成28年9月10日	河中橋橋梁補修工事 愛媛県
平成28年9月26日	宮古橋梁補修 東北地整
平成28年10月15日	宇部丸山ダム取水塔修繕工事第1工区 山口県
平成28年11月10日	レークタウン中区配水池ほか防水修繕工事 岡山市水道局
平成28年11月18日	畜産関連補修工事 民間
平成28年11月19日	国道トンネル修繕(本体工)工事(口野トンネル外) 静岡県(沼津土木事務所)
平成28年11月24日	畜産関連会社補修工事 民間
平成28年12月2日	県道大佐日野線単県道路工事(伏谷橋橋梁補修) 岡山県
平成28年12月9日	神戸高校擁壁補修 兵庫県
平成28年12月12日	新東名高速道路湯船高架橋工事尾崎橋(補修・補強工) NEXCO中日本
平成28年12月13日	鶉越橋耐震補強工事 神戸市
平成28年12月26日	下河原橋橋梁補修工事 長野県
平成29年1月12日	県道トンネル修繕(本体工)工事(横山トンネル外) 静岡県
平成29年1月16日	日高自動車道新冠町大狩部橋下部工事 北海道
平成29年1月17日	神戸高校擁壁補修 兵庫県
平成29年2月23日	国道トンネル修繕(本体工)工事(田代トンネル外) 静岡県
平成29年3月17日	建第97号大滝橋橋梁補修工事 豊岡市

平成29年度

日付	備考
平成29年5月23日	駐車場工事 神奈川県住宅供給公社
平成29年7月6日	内浦橋修繕工事 八雲町
平成29年7月26日	茂無部1号橋修繕工事 八雲町
平成29年7月31日	小樽定山溪線防災安全B(地方道)工事(朝里大橋補修) 北海道
平成29年8月5日	浜館跨線橋橋梁補修(その1)工事 青森市
	浜館跨線橋橋梁補修(その2)工事 青森市
平成29年9月12日	橋梁維持補修工事(宮牆橋) おおい町
平成29年9月15日	浜館跨線橋橋梁補修(その3)工事 青森市
平成29年10月2日	平成29年度宇部丸山ダム取水塔修繕工事第2工区 山口県厚東川工業用水道事務所
平成29年10月5日	平成29年度(国)362号防災・安全交付金(国道トンネル(本体工))工事(小長井トンネル) 静岡県
	平成29年度宇部丸山ダム取水塔修繕工事第2工区 山口県厚東川工業用水道事務所
	平成29年度社会資本整備総合交付金事業橋梁長寿命化修繕工事(門別地区) 日高町
平成29年10月19日	日高自動車道新冠町大狩部橋下部工事 北海道開発局
平成29年10月25日	日川トンネル補修工事 松阪市
平成29年11月8日	若潮橋旧橋撤去及び新橋下部工事 東京都
平成29年11月13日	平成29年度防災・安全交付金事業下村橋橋梁修繕工事 木祖村
平成29年11月28日	平成29年度熱海函南線防災・安全交付金(県道トンネル修繕(本体工))工事(相ノ原トンネル) 静岡県
平成29年11月30日	橋梁補修工事(芦品橋) 福山市
平成29年12月13日	宇部丸山ダム導水路(宇部丸山ダム側ゲート室)修繕工事第1工区 山口県
平成30年1月9日	平成29年度辻ヶ畑2号橋ほか1橋橋梁補修工事 下関市
	遠軽芭露線外(交430-12)改築工事(いわね大橋外補修) 北海道
平成30年1月17日	JR総研エンジニアリング JR

平成30年2月14日	平成28年度156号岐阜東BP建設工事	中部地整
平成30年2月20日	上川駅構内大雪Bo補修工事	JR
平成30年2月26日	平成29年度北沢橋他橋梁修繕工事	木祖村
平成30年3月2日	埠頭補修工事	民間
平成30年3月12日	東奈井江奈井江停車場線地方道橋梁補修工事	北海道