けい酸塩系表面含浸工法の不具合事例

目次

１．不具合の種類	…… Ｐ１
２．美観・景観上の不具合	…… Ｐ１～３
３．塗布面に対する他工法適用に関する不具合	…… Ｐ４
４．施工目的・効果に関する不具合	…… Ｐ４
５．不具合の発生を防ぐための共通事項	…… Ｐ４
けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案） 参考資料編　５章　けい酸塩系表面含浸工法の不具合事例	…… Ｐ５～９

平成28年5月

Aston®

けい酸塩系表面含浸工法の不具合事例

１．不具合の種類

けい酸塩系表面含浸工法に発生する不具合は、下記の３種類に大別できます。

① 美観・景観上の不具合

② 塗布面に対する他工法適用に関する不具合

③ 施工目的・効果に関する不具合

２．美観・景観上の不具合

けい酸塩系表面含浸材塗布後、塗布面が白化し、美観・景観上問題となる場合があります。

※発生要因が、エフロレッセンス（白華）とは異なるため、「白化」と表記

けい酸塩系表面含浸材塗布後の白化には、大きく３つの原因があります。

①材料の乾燥固化物による白化

②コンクリートのカルシウム成分との反応物による白化

③コンクリート以外のカルシウム成分との反応物による白化

また、上記①～③以外に、コンクリート以外の部分に付着して白化するケースや、色違い（施工箇所と未施工箇所）もあります。

２－１．材料の乾燥固化物による白化

橋梁：床版下面

橋梁：床版下面

原 因： 塗布量過多により、塗布した材料がコンクリート中に浸透しきらず、造膜するほど表面に残り固化した。

考 察： 材料の塗布量過多あるいは湿潤散水不足のため、表面に残った材料が、うろこ状に白化。

対象となるコンクリートの品質が良好で表面が緻密な場合、あるいは材料塗布面に雨がかりがなく乾燥状態が継続される場合に、塗布した材料がコンクリート中に浸透しきらず、コンクリート表面がうろこ状に白化する場合がある。

この白色生成物が自然に消滅するには、場所によっては数年以上の期間を要するものと思われる。

対 応： 美観・景観上の問題がない場合、その状態のまま何も行わない。
（表層部に浸透した材料の反応は阻害しない状態）

美観・景観上の問題がある場合、表面の造膜部分を高圧洗浄等により除去する。
その際、コンクリート内部に浸透した材料の反応に影響を及ぼさないよう、２週間以上養生期間経過後に行うことが望ましい。

対 策： 可能であれば塗布量変更あるいは塗布および湿潤散水の回数を増やす等の設計変更を行う。

２－２．コンクリートのカルシウム成分との反応物による白化

橋梁：床版下面

橋梁：橋脚

原 因： 塗布した材料がコンクリート中の成分と反応して生成された結晶が表面に析出した。

考 察： これは材料のの主成分であるケイ酸ナトリウムが、コンクリート中のカルシウム等と反応して生成されるＣＳＨ系の結晶で、セメントの水和反応により生成される物質のうちのひとつと同類のものである。

通常は材料がコンクリート中に浸透して反応が起きるため表面に変化は現れないが、コンクリート表面にイオン化したカルシウム等が多く含まれる場合、あるいは漏水等によりコンクリート内部で生成された結晶が析出した場合に、コンクリート表面が部分的に白化する場合がある。

この白色生成物が自然に消滅するには、数年あるいはそれ以上の期間を要するものと思われる。

対 応： 美観・景観上の問題がない場合、その状態のまま何も行わない。
（良く反応し、表層部が緻密化している状態）

美観上の問題がある場合、表面をディスクサンダーによるケレン、あるいは高圧洗浄等により除去する。
その際、コンクリート内部に浸透した材料の反応に影響を及ぼさないよう、２週間以上養生期間経過後に行うことが望ましい。

対 策： 本施工前に部分的に試験施工を行い、不具合発生の有無を確認する。

２－３．コンクリート以外のカルシウム成分との反応物による白化

橋梁：橋台壁面

橋梁：床版上面

原 因： 凍結防止剤を含む水分が、塗布した材料と反応した。

考 察： 施工完了をした後の養生期間を確保していなかったため、凍結防止剤の成分〈塩化カルシウム〉と材料が表面で化学反応を起こし、白色の結晶が生成された。

対 応： 美観上の問題がない場合、その状態のまま何も行わない。
（表層部に浸透した材料の反応は阻害しない状態）

美観上の問題がある場合、表面の造膜部分を高圧洗浄等により除去する。
その際、コンクリート内部に浸透した材料の反応に影響を及ぼさないよう、２週間以上養生期間経過後に行うことが望ましい。

対 策： 材料塗布後、２週間以上の養生期間を確保する等、塗布面に早期に凍結防止剤が触れないように対策を検討する。

２－４．コンクリート以外の部分への付着による白化

施工１週間後

拡　大

・施工概要
地覆部に表面保護目的で全面塗布（ＣＳⅠ工法）

・原 因
アスファルト舗装部の養生（マスカーテープ等）なく、施工を行ったため

・対 策
アスファルト舗装面の養生後に施工、または施工直後 に舗装面の水洗いを実施

施工１０日後

拡　大

・施工概要
地覆部に表面保護目的で、全面塗布（ＣＳⅠ工法）

・原 因 鋼製桁部の養生（マスカーテープ等）なく、施工を行 ったため

・対 策
鋼製桁部の養生後に施工、または施工直後に桁部の水 洗いを実施

施工前

施工１週間後

・施工概要
素焼きレンガタイル外壁のモルタル目地部防水目的で全面塗布（ＣＳⅡ工法）

・原 因
当初モルタル目地部のみの予定であったが、事前の確認なく、全面塗布を行ったため

・対 策
タイル部での事前確認
モルタル目地部以外養生後に施工

２－５．部分施工時の色違い

上側：施工済、下側：未施工

左側：施工済、右側：未施工

・施工概要
既設物流倉庫の屋内床に防水目的で部分塗布（ＣＳⅡ工法）

・原 因
当初ひび割れの部分補修予定であったが、事前の確認なく、面塗布を行ったため

・対 策
端部での事前確認
ひび割れ部以外の塗布量を少なく

３．塗布面に対する他工法適用に関する不具合

① 開水路：天場・側壁面

無機系被覆材の剥離

・施工概要
既設水路内面に下地処理材として全面塗布（ＣＳⅡ工法）後、ポリマーセメントモルタルを被覆

・原 因
被覆する際に水湿しを行わなかったため、ドライアウトした

・対 策
湿潤散水回数を増やす、被覆前には水湿しを行う

屋上駐車場：床面

路面表示塗料の剥離

・施工概要
新築屋上駐車場の屋上床面に躯体防水を目的として全面塗布（ＣＳⅡ工法）後、路面表示塗料を塗装

・原 因
湿潤散水不足により表面に残留した材料が付着を阻害した、または塗装時の乾燥が不十分だった

・対 策
湿潤散水回数を増やし、2週間以上の養生期間を確保する
表面含水率が塗料の規定値以下まで乾燥したことを確認し、手順に沿って塗装する

※塗布面の経年後については、通常の打ち放し面と同様に、ＣＳ－２１再塗布の他、各種コンクリート用補修・補強工法が適用可能

４．施工目的・効果に関する不具合

施工目的・効果に関する不具合が発生する要因には、以下の例などがあります。

① 適用範囲外のコンクリートに塗布 → 期待する効果が得られない

表面保護の場合、目的とする劣化現象・劣化機構の種類および進行程度などを確認し、適用範囲内であることを確認する。
（資料：各劣化現象・劣化機構別のＣＳ－２１工法による対応 参照）

② 躯体の品質確保不足 → 漏水の発生

躯体防水の場合、躯体条件などについて事前協議を行い、適用条件を満たすことを確認する。その上で、躯体工事における前工程の実施・確認、コンクリート打設の立会いなどにより躯体の品質を確保する。
（資料：コンクリートの躯体防水 参照）

③ ひび割れの調査・診断不足 → 期待する効果が得られない

ひび割れ補修の場合、調査・診断の結果、挙動が少ないと判断された場合が対象となる。
注入工法対象外であれば、塗布工法によるひび割れ補修の対象となるが、塗布のみでは外観変化がないため、美観の回復が必要な場合は、ＣＳパテなどを併用する必要がある。
（資料：塗布工法によるひび割れ補修効果 参照）

注入が必要であれば、無機系注入工法と併用する対象となる。
＊漏水補修の場合には、現地において漏水の発生原因・状況を確認し、適切な工法を選定する。
（資料：ＣＳ－２１シリーズ製品・ＣＳ－２１工法概要、資料：塗布工法によるひび割れ補修効果 参照）

５．不具合の発生を防ぐための共通事項

いずれの不具合にも共通する対策として、調査、設計、計画、施工それぞれの担当者と綿密に打ち合わせを行い、けい酸塩系表面含浸材（ＣＳ－２１シリーズ製品）の性質および特徴を周知徹底した上で、最適な工法を選定し、適切に施工を行うことが重要です。

5章 けい酸塩系表面含浸工法の不具合事例

5.1 はじめに

本章では，けい酸塩系表面含浸工法を適用したコンクリート構造物について，不具合が発生した事例を 5.2～5.5 に示す．本章で示す不具合は，素地調整不足やけい酸塩系表面含浸材の塗布量過多，あるいはけい酸塩系表面含浸材と後工程で使用される材料との相性が問題になったものが多く，コンクリート表面の美観上の欠陥となって現れている．このような不具合は，ディスクサンダーによるケレンや高圧洗浄等により除去することは比較的容易であるが，工事の手戻りとなることや，不具合部を除去し過ぎた場合にはけい酸塩系表面含浸材を含浸させた部分を除去してしまうこともある．その結果，けい酸塩系表面含浸工法に求められる本来の目的，すなわち劣化に対する抵抗性の向上や表層部の改質に影響を及ぼす場合もあり，場合によってはけい酸塩系表面含浸材の再塗布を行う等，不具合の対処方法にも注意が必要である．

このような不具合を防止するためには，けい酸塩系表面含浸材の選定において，その品質や他材料との相性を十分に調査するとともに，施工においては，設計や施工計画であらかじめ決められた施工仕様を遵守して，けい酸塩系表面含浸工を行う必要がある．また，場合によっては，試験施工を行ってコンクリート表面を観察する等の配慮も必要である．

5.2　不具合事例１

（１）現　象

反応型けい酸塩系表面含浸材塗布後に，コンクリート表面が全面的に白化した．

（２）発生部位

床版下面，橋脚下部

（３）発生原因

素地調整不足，反応型けい酸塩系表面含浸材の塗布量過多，塗布後の湿潤散水不足による．

対象となるコンクリートの品質が良好で表層部が緻密である，あるいは反応型けい酸塩系表面含浸材塗布後の施工面に雨がかり等による水分の供給がなく乾燥状態が継続されると，塗布した反応型けい酸塩系表面含浸材がコンクリート表層部に含浸しきらず，コンクリート表面がうろこ状に白化する場合がある．

（４）発生状況

（５）対処方法

本不具合は，塗布量過多によるものであり，中性化抑止性や防水性等のけい酸塩系表面含浸工法を適用した目的は達成できていると判断されたが，美観上の問題があったため，表面の白化した造膜部分を高圧洗浄等により除去した．この作業は，コンクリート表層部に含浸した反応型けい酸塩系表面含浸材に影響を及ぼさないよう，含浸材塗布後 2 週間以上養生期間経過後に行った．なお，高圧洗浄等によりけい酸塩系表面含浸材の含浸部分まで除去してしまった場合は，けい酸塩系表面含浸工法を適用した目的が達せられない場合もあるため，再塗布等の検討も必要である．

（６）再発防止対策

本不具合は，素地調整不足，反応型けい酸塩系表面含浸材の塗布量過多，塗布後の湿潤散水不足によるもので，施工計画であらかじめ定められた施工仕様を遵守しなかったことに起因しているため，施工管理者による材料使用量，施工間隔，散水による含浸面養生等の品質管理を徹底することが必要である．

5.3　不具合事例 2

（1）現　象

反応型けい酸塩系表面含浸材塗布後に，コンクリート表面が部分的に白化した．

（2）発生部位

床版下面，橋脚下部

（3）発生原因

反応型けい酸塩系表面含浸材とコンクリート表層部の水酸化カルシウムが反応して生成された反応物が，表面に析出したことによる．

通常，反応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て反応が起きるため，表面に変化は現れないが，コンクリート表面にイオン化したカルシウム等が多く含まれる，あるいは漏水等によりコンクリート内部で生成された反応物が析出すると，コンクリート表面が部分的に白化する場合がある．

（4）発生状況

（5）対処方法

本不具合は，コンクリート表面に析出した反応物によるものであり，中性化抑止性やひび割れ透水性等のけい酸塩系表面含浸工法を適用した目的は達成できていると判断されたが，美観上の問題があったため，表面の白化部分をディスクサンダーによるケレン，および高圧洗浄により除去した．この作業は，コンクリート表層部に含浸した反応型けい酸塩系表面含浸材に影響を及ぼさないよう，含浸材塗布後 2 週間以上養生期間経過後に行った．なお，高圧洗浄等によりけい酸塩系表面含浸材の含浸部分まで除去してしまった場合は，けい酸塩系表面含浸工法を適用した目的が達せられない場合もあるため，再塗布等の検討も必要である．

（6）再発防止対策

コンクリート表面が白化するという現象自体は前節「5.2　**不具合事例 1**」と同様だが，本不具合は，反応型けい酸塩系表面含浸材とコンクリート表層部の水酸化カルシウムが過剰に反応して生成された反応物がコンクリート表面に析出したものであり，施工管理がきちんと行われていても発生する場合がある．したがって，事前に不具合を想定することは困難であるが，例えば本施工前に部分的に試験施工を行ってコンクリート表面を観察し，場合によっては塗布量を変更すること等で不具合の発生を防止することが考えられる．

5.4　不具合事例 3

（1）現　象

反応型けい酸塩系表面含浸材が凍結防止剤と反応して白化した.

（2）発生部位

橋台壁面

（3）発生原因

反応型けい酸塩系表面含浸工法施工後の含浸面養生期間中，凍結防止剤を含んだ雨水が流れ込み，反応物が生成されたことによる.

施工後の含浸面養生期間を十分確保しなかった場合，反応型けい酸塩系表面含浸材と凍結防止剤の成分〈塩化カルシウム〉がコンクリート表面で化学反応を起こし，白色の反応物が生成されることがある.

（4）発生状況

（5）対処方法

本不具合は，けい酸塩系表面含浸材がコンクリート表層部に含浸する前に，上部工からの凍結防止剤と反応することにより発生してしまったものであるため，再塗布に先立って，けい酸塩系表面含浸材の含浸を阻害するおそれのある表面の白化部分をディスクサンダーによるケレン，および高圧洗浄により除去した．この作業終了後に，設計塗布量のけい酸塩系表面含浸材を再塗布した.

（6）再発防止対策

コンクリート表面が白化するという現象自体は前節までの事例と同様だが，本不具合は，含浸面養生期間中に凍結防止剤が外部から侵入したことにより発生したものである．供用開始後の構造物にけい酸塩系表面含浸工法を適用する場合には，このような供用，環境条件にも十分配慮し，適切な期間，適切な方法での含浸面養生を徹底する必要がある.

5.5　不具合事例 4

（1）現　象

反応型けい酸塩系表面含浸材塗布後，塗装した塗料がはく離した．

（2）発生部位

駐車場床面

（3）発生原因

反応型けい酸塩系表面含浸工法を施工後，塗装までの養生期間不足，反応型けい酸塩系表面含浸材と塗料との相性不良による．

反応型けい酸塩系表面含浸材を含浸させたコンクリート表層部は，材料の性質により保水性が高まっているため，短い養生期間で塗装を行うと，表面乾燥状態が十分でない場合がある．

また，塗布した反応型けい酸塩系表面含浸材がコンクリート表層部に含浸しきらず表面に残っている場合，乾燥固化によりガラス状となるため，ガラスに付着可能な塗料を選定する必要がある．

（4）発生状況

（5）対処方法

本不具合は，けい酸塩系表面含浸材と後工程の塗装との相性の問題によるものであり，けい酸塩系表面含浸材はコンクリート表層部に含浸していることから，防水性というけい酸塩系表面含浸工法を適用した目的は達成できていると判断された．そこで，はく離した既存の塗料をディスクサンダーで除去し，高圧洗浄による清掃を行った後，コンクリート表面を十分乾燥させ，反応型けい酸塩系材料に対して付着可能な塗料で塗装の再施工を行った．

（6）再発防止対策

後工程である塗料と，反応型けい酸塩系表面含浸材との付着力を確認し，反応型けい酸塩系表面含浸材に付着可能な塗料を選定する．また，使用する反応型けい酸塩系表面含浸材に必要な養生期間を遵守することも重要である．この後工程は，けい酸塩系表面含浸工法の工事に含まれない場合もあるため，けい酸塩系表面含浸材と後工程で使用する塗料との相性や，けい酸塩系表面含浸工法の養生期間の周知徹底等について，あらかじめ発注者や塗装施工業者と協議しておく必要がある．