

岡山県コンクリート診断士会 第2回情報提供会

岡山大学創立五十周年記念館2F会議室 平成29年7月18日(火)

けい酸塩系含浸材料 による表面改質工法

(株)アストン 技術部 谷村 成

本日の予定

1. CS-21の概要
2. CS-21塗布工法の分類
JCI → ひび割れ補修工法
土木学会 → 表面保護工法
3. CS-21塗布工法の概要
施工効果確認試験(表層透気試験)
表面保護工としての適用事例
4. その他のCS-21シリーズ製品

コンクリート改質剤 CS-21とは



無色透明・無臭の水溶液
主成分：けい酸ナトリウム
比重：1.24~1.28
pH：11.3~12.3

(株)アストンが開発した国産材料
1993年(平成5年)に
漏水補修の注入止水材として製品化



塗布工法による

- ・表面保護
- ・躯体防水
- ・微細ひび割れ補修

などに用途が拡大

開発の経緯

従来材料

材料の問題点

けい酸塩を主成分とする材料は、コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応で、より効果を発揮。

しかし、コンクリートは、時間の経過と共に水酸化カルシウム量は少なくなり、既設では反応しにくい。



CS-21 シリーズ

従来材料の問題点への対策

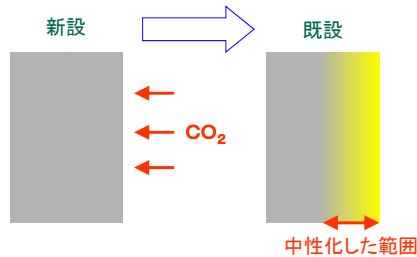
中性化したコンクリートでの反応性を向上させるため、新たに水和反応活性剤という成分を含有させたけい酸塩を主成分とする材料=CS-21を開発(1993年)。

CS-21シリーズ製品に共通する性能
材齢の古い既設コンクリートだけでなく、新設時の塗布から経年後、新たに発生する微細空隙の充填にも有効。

CS-21の特徴①

水和反応活性剤を含有しているため、新設～材齢の古いコンクリートまで材齢を問わず効果を発揮

イメージ図



中性化

新設コンクリートに多く含まれる水酸化カルシウム(アルカリ性)は時間の経過とともに、表面から侵入する二酸化炭素により、表面近くから内部にかけて、徐々に、炭酸カルシウム(中性)に変化する

CS-21の特徴②

空隙の充填率を高めるため、高濃度(乾燥固形分率31.9%)の材料を原液のまま塗布し、より多くの固形分を浸透させる

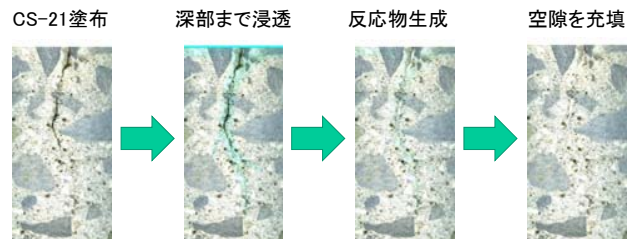
材料別、塗布量中の固形分量(例)

材料記号	塗布中の固形分量 (g/m ²)	塗布量 (g/m ²)	固形分率 (%)	標準単価 (円/m ²)
A	26.4	220	12.0	3,400
B	28.3	141(0.25L/m ²)	20.0	3,900
C	32.4	200	16.2	3,500
D	34.0	200	17.0	2,900
E	47.1	300	15.7	2,700
F	55.2	240	23.0	3,900
CS-21(CS I)	63.8	200	31.9	2,500
CS-21(CS II)	95.7	300	31.9	3,800

CS-21の特徴③

表面に塗布することで、目視では発見し難い微細ひび割れを補修し、耐久性向上

イメージ図



CS-21の基本性質

硬化したコンクリート表面に塗布(散布)することで、

◇コンクリート中のカルシウム成分等と反応し、安定した反応物(CSH系結晶)を生成して、微細なひび割れ等の空隙を充填します。

◇浸透後、未反応の主成分は、施工後新たに発生する微細なひび割れ等の空隙を充填します。

これらの反応により、ひび割れ深部を含む表層部の空隙を緻密化して、水および各種劣化因子の侵入を長期にわたり抑制します。

* 微細空隙の充填イメージ図 ■ 材料の乾燥固化物および反応物



CS-21工法の施工実績

CS-21工法の施工実績（2016年9月現在）

● 工法別

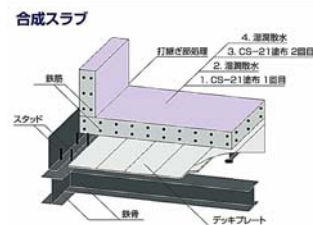
躯体防水（駐車場、屋上、地下、水槽、橋面他）	698件	約1,333,000平米
表面保護（橋梁、函渠、トンネル、ダム他）	553件	約 388,000平米
ひび割れ補修・漏水補修	225件	約 46,000メートル
打継ぎ部・木コン部処理	82件	
改修・断面修復（水路補修他）	217件	約 46,000平米
合計	1,775件	

◎発注者別

国の機関	302件（国交省 274件、農水省他 28件）
自治体	571件（都道府県262件、市区町村309件）
民間等	902件

CS-21による躯体防水

駐車場防水、商業施設の屋上駐車場や、自走式立体駐車場など、デッキスラブの防水



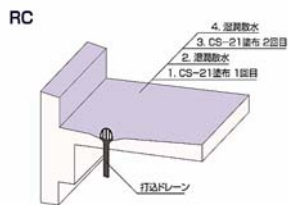
工法概要図



施工箇所: 3F・5F屋上駐車場、スロープ
 施工面積: 約38,000㎡
 施工時期: 2005年

CS-21による躯体防水

屋上防水、病院や福祉施設、マンションの屋上階など、RCスラブの防水



工法概要図



施工箇所: 屋上
 施工面積: 約770㎡
 施工時期: 2003年

CS-21による躯体防水

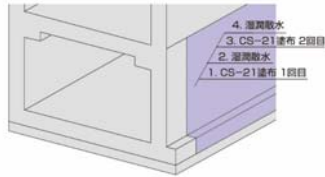
美術館の新築工事、ホワイトコンクリートの厚さ250mmのシェル構造（約40×60mワンルーム空間）



CS-21は、曲面など構造物の形状に左右されずに施工が可能

CS-21による躯体防水

地下外防水



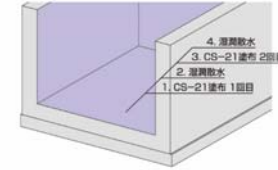
工法概要図



施工箇所: 地下外周壁
 施工面積: 約470㎡
 施工時期: 2013年

CS-21による躯体防水

水槽防水



工法概要図



施工箇所: 地下水槽内面
 施工面積: 約1,400㎡
 施工時期: 2004年

CS-21による躯体防水

橋梁床版防水 東北・北陸新幹線 橋面防水実績 (約62,000㎡)



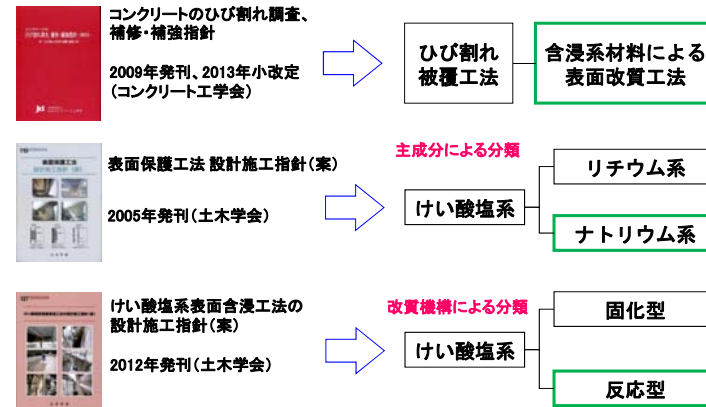
- ・ねぶたの里BL他工事
- ・七戸西地区PC製架他工事
- ・青森東地区PC製架他工事
- ・牛館川B他工事
- ・青森西地区PC製架他工事
- ・三内丸山B他工事
- ・五戸川B他工事
- ・青森西地区PC製架他工事



- ・夜間瀬川B他工事
- ・能生川橋りょう他工事
- ・関川橋りょうB他工事
- ・妙高・上越地区(PCけた)工事
- ・上越板倉地区(PCけた)工事
- ・上越南地区(PCけた)工事
- ・上越金谷高架橋工事
- ・矢代川橋りょう工事



CS-21塗布工法の分類



CS-21 塗布工法の分類①

JCI コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針-2009・2013-

ひび割れ補修工法(ひび割れ被覆工法, 注入工法, 充填工法)のうち、
ひび割れ被覆工法は、ひび割れ部のみに**表面被覆工法**を適用する工法
表面被覆工法に類似した工法 ⇒ 含浸系材料による「**表面改質工法**」

「**表面改質工法**」に適用される含浸系材料
 ・浸透性防水材(はっ水被膜を形成する材料)
 ・浸透性固化材

浸透性固化材の例: ケイ酸塩系-浸透性固化材
 ・水溶性のケイ酸塩溶液
 ・コンクリート中のカルシウムとの反応により緻密化する材料



CS-21

CS-21 塗布によるひび割れ補修工法の分類は、「**表面改質工法**」に該当する

CS-21 塗布によるひび割れ補修の適用範囲

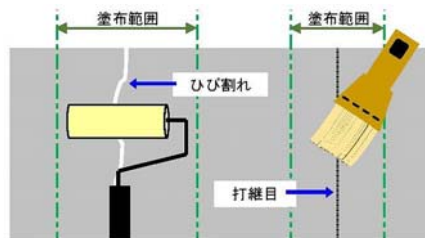
CS-21 塗布によるひび割れ補修の適用にあたっては、日本コンクリート工学会発刊の「コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針」(2009・2013)に準拠し、調査の結果、「表面改質工法」の適用範囲(下記)となるひび割れ補修が対象となります。

CS-21 塗布ひび割れ補修工法の適用範囲(例)

- ① 乾燥収縮などにより、施工中または竣工後の早い時点で顕在化し、数年以内に収束すると考えられる非進行性のひび割れ。(評価Ⅰに該当するひび割れ)
- ② ひび割れ幅0.2mm程度以下で、挙動が小さい場合。
- ③ 注入工法による補修までの必要がないと判断されたひび割れ。



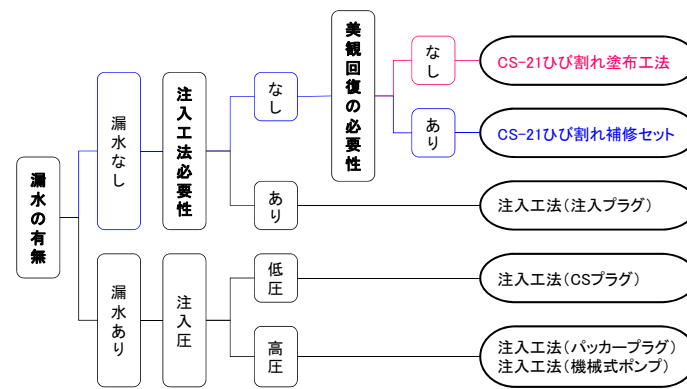
CS-21 塗布ひび割れ補修工法



塗布範囲について
 * 部分塗布
 点在している場合は、ひび割れに沿って塗布
 * 全面塗布
 密集している場合は、範囲を全面塗布
打継目の部分塗布にも適用可能



ひび割れ・漏水補修の工法選定フローチャート



CS-21ひび割れ補修セット


NETIS:CG-110003-VE

活用促進技術

硬化したコンクリートに発生したひび割れに対し、**CS-21クリアー**を塗布浸透させ、**CSパテ**を充填することにより、ひび割れ部の耐久性を向上させると共に美観を回復させる工法。

CS-21クリアーは、ひび割れ内部を緻密化し、水および各種劣化因子の侵入を抑制します。

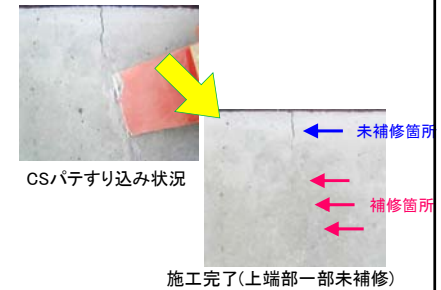
CSパテは、色合わせ可能であり、補修跡が目立たないよう美観を回復させることが出来ます。

	製品概要 CS-21クリアー (120g) 外 観：無色透明水溶液 主 成分：けい酸ナトリウム 比 重：1.05以上 p H：11.3以上	用 途 挙動の小さい幅0.2mm程度以下のひび割れ補修 ひび割れ注入時のシール材など
	CSパテ (100g) 外 観：灰色ペースト状 主 成分：炭酸カルシウム 酸化けい素 けい酸リチウム 比 重：1.90以上 p H：10.5以上	施行数量 幅0.2mmのひび割れの場合、1セットあたり約1.0m

シルバーホワイト	シルバーホワイト + シルバー =1:1	シルバー	シルバー+グレー =1:1	グレー
----------	----------------------------	------	------------------	-----

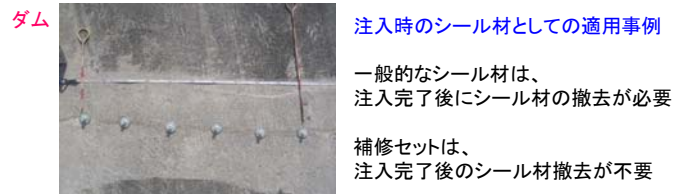
CS-21ひび割れ補修セットの施工手順

1. 下地処理
2. **CS-21クリアー**塗布
3. **CSパテ**すり込み
4. 表面仕上げ
5. **CS-21クリアー**塗布



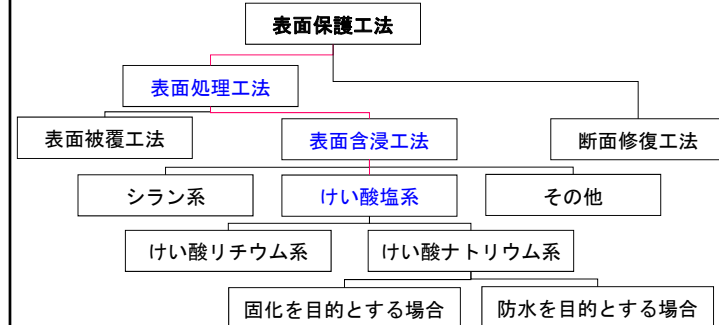
◆施工可能な数量の目安は、1セットで、約1.0m(幅0.2mm・深さ10mmの場合)
*条件によって異なる

CS-21ひび割れ補修セットの施工事例



CS-21塗布工法の分類②

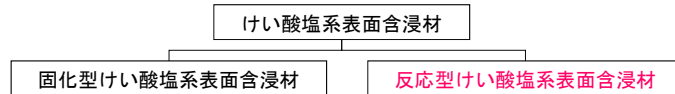
コンクリートライブラリー119
表面保護工法 設計施工指針(案)



※表面含浸材は、主成分により分類。けい酸ナトリウム系のみ施工仕様で細分化

CS-21 塗布工法の分類③

コンクリートライブラリー137
けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)



CL.119とCL.137におけるけい酸塩系表面含材の定義

項目	CL119	CL137
材料分類	主成分により けい酸リチウム系/けい酸ナトリウム系	反応機構により 固化型/反応型
成分割合	規定なし	乾燥固形分のうち50%以上が、 けい酸塩であること
試験規準	JSCE-K571 外観/透水/吸水/透湿度/中性化/塩化物	JSCE-K572 反応/固形分/種類/外観/含浸深さ/スケーリング/ ひび割れ透水/加圧透水他

CS-21 塗布工法による表面保護の適用範囲

土木学会の2013年制定 **コンクリート標準示方書[維持管理編]**
コンクリート構造物の劣化現象劣化機構に対するCS-21シリーズ製品の適用性
(新設から劣化過程が潜伏期段階までの既設に対し、単独で適用する場合)

劣化現象・劣化機構	適用性	効果
水掛かり	○	水の浸透を抑制
ひび割れ	○	ひび割れからの水や劣化因子の侵入抑制
鋼材腐食	○	水や劣化因子の侵入抑制
中性化	○	中性化の進行抑制、水の浸透を抑制
塩害	○	塩化物イオンの浸透抑制、水の浸透を抑制
凍害	○	スケーリングの抑制、水の浸透を抑制
化学的侵食	-	適用範囲外
アルカリシリカ反応	-	適用範囲外
疲労	△	他工法との併用による予防保全対策(水の浸透を抑制)
すりへり	○	すりへり速度を低減(耐摩耗性向上)

○:適用可能 △:適用する場合検討が必要 -:適用外

CS-21の主な性能確認試験

劣化抑止性(表面保護効果)

- JSCE-K572 けい酸塩系表面含浸材の試験方法(案)
- JSCE-K571 表面含浸材の試験方法(案)

中性化・塩害・凍害などの劣化抑制効果、微細ひび割れ補修効果などが確認されている。(ASRと化学的侵食は適用外)

水密性(防水性能)

- JASS 8 T-301 ケイ酸質系塗布防水材料の品質および試験方法
- 透水係数の品質基準を満たしており、防水材料としての性能が確認されている。

安全性(水道施設への適用)

- JWWA Z 108 水道用資機材の浸出試験方法
- 水道施設の水道水が直接接触するコンクリート構造物に適用可能な安全性が確認されている。(水道配水池内面に全面塗布などの実績がある。)

主なCS-21 関連論文

表面保護関連

- 『寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験』
- 『けい酸塩系表面含浸材を施工したコンクリートのスケーリング抵抗性の基礎的評価』

微細ひび割れ補修効果関連

- 『コンクリート試験体における微細ひび割れの作製方法および試験事例』
- 『けい酸系表面含浸材による微細ひび割れの透水防止性に関する検討』
- 『微細なひび割れを持つコンクリート試験体の作製方法と試験方法』
- 『ひび割れが生じたHPRFCへの含浸剤塗布による性能改善効果』

型枠合わせ目部

- 『コンクリート電柱の塩害劣化メカニズムの解明と長寿命化手法の基礎的検討』

打継ぎ処理関連

- 『けい酸ナトリウム系補修材料を用いたコンクリートの打継ぎに関する研究』
- 『コンクリート打継ぎ部の性能評価に対する透気試験の適用性』

ひび割れ注入工法関連

- 『無機質系改質剤によるコンクリートのひび割れ補修に関する基礎的評価』
- 『鉄道橋梁下部工の損傷調査における2次AE法の適用性に関する検証』

CS-21 塗布工法の適用条件

適用範囲

- 適用可能な範囲** : セメント成分を含むコンクリート (モルタル)
- 適用できない範囲** : セメント成分を含まないもの、撥水材等を塗布済みのコンクリート
- 適用する面** : 塗布方向 (下・横・上向き) を問わず施工可能
- 施工時の環境** : 気温5°C以上30°C未満適用可能 (30°C以上散水)
5°C未満は、施工時の保温等養生対策が必要
- 表層部の状態** : 下地コンクリートの乾湿を問わず施工可能
: 材料の浸透を阻害する付着物が有る場合は除去が必要

留意事項

- 設計時** : ひび割れ注入、断面修復が必要な箇所は別途処が必要
- 他工法の適用** : CS-21 シリーズ製品は水分の存在下で反応し、空隙を充填して効果を発揮するため、打ち放し仕上げを原則とするが、養生期間 (2週間以上) 経過後であれば、表層部の緻密な通常のコンクリート面と同様に検討
必要に応じて、床版防水層や剥落防止ネットの接着等適用可能
経年後は、再塗布の他、各補修・補強工法の適用可能

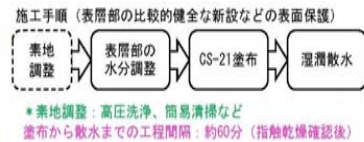
塗布工程概要および用語の定義

1. 前処理 1-1. 下地処理 1-2. 劣化部除去 1-3. 断面修復	2. 素地調整 2-1. 付着物除去 2-2. 清掃	3. 塗布工 3-1. 表層部の水分調整 3-2. 塗布材塗布 3-3. 湿潤散水	4. 養生 施工後の含浸面養生
---	---	---	---------------------------

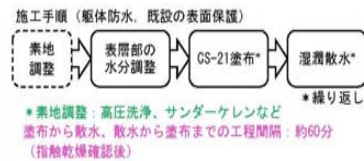
- 1. 前処理**
施工箇所表面および表層部の状況に応じて、下地処理、劣化部除去、断面修復工法を実施する工程。
- 2. 素地調整**
施工箇所表面および表層部の状況に応じて、塗布材 : CS-21 シリーズ製品の含浸を阻害する要因の除去を目的として実施する工程。
- 3. 塗布工**
施工箇所表面の乾燥状態および塗布材の種類に応じて、施工箇所の表層部の水分調整、塗布材の塗布、湿潤散水を実施する工程。(要散水→CS-21、散水不要→CS-21ネオ・CS-21ビルダー)
- 4. 養生** (施工後の含浸面養生)
雨水や朝露等で水分供給のある屋外環境等の場合は、曝露状態のまま、特に追加処理の必要はない。
水分供給のない屋内や躯体防水目的等の場合に、塗布工完了後に施工箇所を散水またはシート養生等により乾燥を防いで湿潤状態を保持し、反応を促進させる工程。

CS-21 塗布工法の工程概要

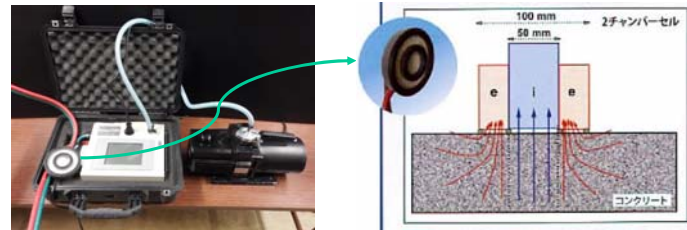
CS I 工法 (CS-21・1回塗布) : 工程概要図



CS II 工法 (CS-21・2回塗布) : 工程概要図



表層透気試験による施工効果確認(1)



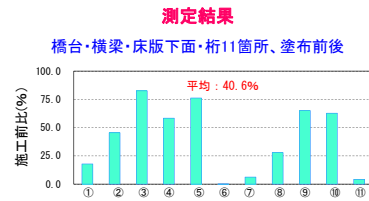
透気試験機 (パーマ-トル) NETIS: QS-150029-A

2チャンバーセルの仕組み

表層透気試験による効果確認とは、透気試験機により、CS-21 塗布前後に同一箇所の透気係数を測定し、CS-21 塗布により表層部が緻密化し、空気が通りにくくなることを、施工による効果として確認する方法。

岡山県

表層透気試験による施工効果確認(2)



CS-21工法 施工事例

CS-21工法施工事例掲載



コンクリートライブラリー137 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)

参考資料編

- ・ 4.2.2 新設構造物 実施例2 (P179)
新設鉄道橋 (PC橋梁) 橋面防水
- ・ 4.2.2 新設構造物 実施例4 (P181: 表紙)
新設橋脚 表面保護 (塩害対策)
- ・ 4.3.6 既設構造物 実施例6 (P190: 表紙)
既設ダム 表面保護 (凍害対策)
- ・ 4.3.6 既設構造物 実施例7 (P191: 表紙)
既設ダム 表面保護・ひび割れ補修

CS-21工法 施工事例

新設構造物 実施例4 新設橋脚 表面保護 (塩害対策)



全景



CS-21塗布状況

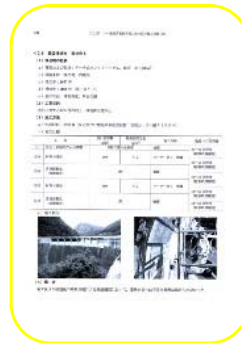


全景・施工箇所 (追跡調査時: 施工後約7年経過)



CS-21工法 施工事例

既設構造物 実施例6 既設ダム 表面保護 (凍害対策)



全景



CS-21塗布(越流部)




CS-21散布(堤頂)



CS-21散布(減勢工)

CS-21工法 施工事例

既設構造物 実施例7 既設ダム 表面保護（凍害・ひび割れ対策）




全 景



CS-21 散布状況



湿潤散水状況




CS-21 注入状況


岡山県

CS-21工法 施工事例


新設橋梁 床版上面表面保護・壁高欄打継ぎ部処理




全 景



CS-21 散布 (打継ぎ部)



CS-21 塗布



湿潤散水

CS-21工法 施工事例

新設橋梁 施工目地・桁端部 表面保護



全 景



CS-21 塗布



CS-21 塗布 (端部)



CS-21 塗布 (人孔)

CS-21工法 施工事例

既設橋梁 床版上面および地覆部 表面保護（凍害・塩害対策）



全 景



CS-21 塗布状況 (床版上面)



CS-21 塗布状況 (地覆部)



施工完了

CS-21工法 施工事例

既設橋梁 床版下面および地覆部 表面保護(塩害・中性化対策)



全景



橋梁位置(赤丸部)



CS-21塗布



湿潤散水



施工完了

CS-21工法 施工事例

既設橋梁 床版下面・橋台 表面保護(中性化対策)



全景



CS-21塗布(側面)



高圧洗浄(橋台)



CS-21散布(橋台)



床版下面



CS-21塗布(床版下面)

CS-21工法 施工事例

既設橋梁 床版下面・橋台 表面保護(塩害対策など)



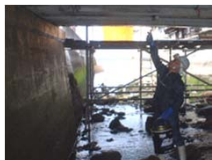
Y橋 CS-21塗布



H橋 CS-21塗布



T1号橋 高圧洗浄



U橋 CS-21塗布



T3号橋 高圧洗浄



N橋 CS-21塗布

岡山県

CS-21工法 施工事例

新設橋梁 橋脚 表面保護(品質向上対策)



全景



CS-21散布(天端)



CS-21散布(側面)



CS-21散布(側面)

CS-21工法 施工事例

橋脚RC巻立てコンクリート ひび割れ抑制対策



橋脚RC巻立て補強構造図



CS-21クリアー散布状況



巻立てコンクリート打設状況

施工手順

下地処理

- ①バキューム式サンドブラスト
- ②CS-21クリアー(0.4kg/m²)
- ③湿潤散水

*巻立てコンクリート打設

表面保護工

- ①清掃および水湿し
- ②CS-21塗布(0.2kg/m²)
- ③湿潤散水

追跡調査(約半年後:東日本大震災後)



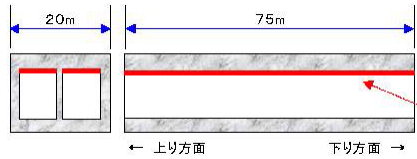
全景



ひび割れ調査状況


CS-21工法 施工事例

既設ボックスカルバート 補修工事




施工箇所: 赤線部分
上床版下面


← 上り方面 下り方面 →



ケレン




CS-21塗布



CS-21注入

CS-21工法 施工事例


新設トンネル覆工コンクリート 表面保護(凍結防止剤対策)



全景



施工箇所概要
施工範囲: SLより下側
施工面積: 約500m²
断面図
覆工コンクリート
CS-21工法施工箇所




CS-21散布



湿潤散水

CS-21工法 施工事例


水道施設配水池 築造工事



全景



平面図・断面図(施工箇所: 赤線箇所)



CS-21塗布



CS-21塗布

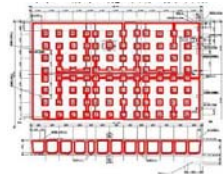
岡山県

CS-21工法 施工事例

水道施設配水池 耐震補強工事



全景
(赤線枠内地下部分施工)



平面・断面図(赤線箇所施工)



外周壁(耐震補強増厚前)



導流壁(耐震補強増厚前)



CS-21塗布(天井)



施工完了

CS-21ネオ 表面保護材(新設) NETIS:CG-160013-A

*特徴

表層部の比較的健全な新設等の現場打ち・P C a (二次製品)用に最適化浸透性に優れ、材料塗布前後の散水が不要なため、施工性が良好
更なる品質・耐久性向上対策等における、工期短縮・コスト縮減に寄与

*用途

塗布工法 : 新設など表層部の比較的健全なコンクリート構造物(現場打ち、二次製品)の表面保護など

*荷姿



20kgポリ缶

*製品概要

外 観 : 無色透明・液体
主 成 分 : けい酸ナトリウム
比重(密度) : 1.10~1.14 (g/cm³)
p H 値 : 11.0~13.0
乾燥固形分率 : 15.0~20.0 (%)

主なCS-21シリーズ製品

開発年	使用材料
1993年(平成5年)	CS-21
2000年(平成12年)	補助剤CC-21
2005年(平成17年)	補助剤CX-202
2006年(平成18年)	CS-21モイスター CS-21クリアー
2007年(平成19年)	CS-21ひび割れ補修セット
2011年(平成23年)	CS-21クォーツ
2015年(平成27年)	補助剤CA-21
	CS-21ネオ [CG-160013-A]
	CS-21ビルダー



NEW プレリリース

CS-21ビルダー 表面保護材(既設)

主剤(けい酸塩)と助剤(水酸化カルシウム)の混合液

*特徴

躯体に水酸化カルシウムを補給するため、既設の表面保護に最適化浸透性に優れ、材料塗布前後の散水が不要なため、施工性が良好
浸透した空隙内でゲル化し滞留、反応は継続し密実性が向上

*用途

塗布工法 : 既設コンクリート構造物の表面保護、ひび割れ補修など

*荷姿



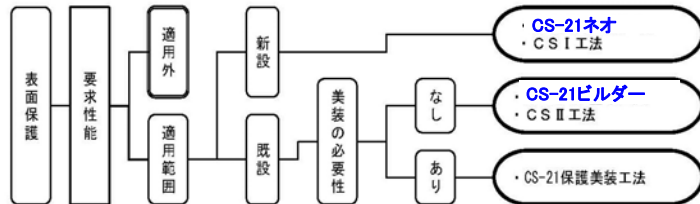
5kgポリ缶

4kgポリ缶

*製品概要 標準配合(主剤:助剤=5:1[重量比])

外 観 : 白色または淡桃白色・液体
主 成 分 : けい酸ナトリウム(主剤)
水酸化カルシウム(助剤)
比重(密度) : 1.19~1.24 (g/cm³)
p H 値 : 11.3~13.8
蒸発残留物 : 26.0~30.0 (wt%)

CS-21シリーズ製品による塗布工法の種類



	CS-21ネオ	CS I 工法	CS-21ビルダー	CS II 工法
適用目的	新設表面保護	新設表面保護	既設表面保護	躯体防水/既設保護
設計価格	1,300円/㎡	2,500円/㎡	2,900円/㎡[予定]	3800円/㎡
標準塗布仕様	200g/㎡×1回	200g/㎡×1回	300g/㎡×2回	300g/㎡×2回
塗布前後の散水	不要	必要	不要	必要
日当り施工数量	300㎡/日	111㎡/日	150㎡/日	56㎡/日
NETIS	CG-160013-A	登録期間満了	申請手続き中	登録期間満了

CS-21シリーズ製品・工法の関連情報

※CS-21工法の詳細につきましては、

アストンオフィシャルウェブサイト

<http://www.cs21.jp/>

をご参照ください。

・CS-21資料館より、技術資料・技術提案書(例)・施工実績表などをダウンロードいただけます。

・CS-21動画館より、CS-21も実験動画などをご覧いただけます。