

水路補修改修工法 工法概要

Version 1.7

水路補修改修工法研究会

私たちは環境との調和を目指し、ライフサイクルコストの低減に取り組んでいます

はじめに

私たちは水路補修および改修工事を長年にわたり経験し、無機質の材料にこだわり続けてきました。それは無機質の材料が、コンクリートの補修に対して最も環境負荷が小さいものだと考えるからです。コンクリートの劣化した部分を改質し、そして元来の美観と耐久性に近づける工法。この工法はコンクリートの表面を目新しい素材で塗ったり貼ったりする工法ではありません。そのため見た目は地味ですが、人と環境にやさしく、ライフサイクルコスト低減を考慮した、この水路補修改修工法を私たちは提案いたします。

本工法の基本的な考え方

この工法の基本的な考え方は、既設構造物の健全な部分を生かし、景観および寸法等の形状をなるべく変更せずに脆弱な部分を補修しようとするものです。水路などの補修および改修において、いくら表面を優れた材料で補修しても、劣化部を除去した後の下地が健全で強固でなければ長持ちしません。まず、劣化部除去後のコンクリート表面にCSクリアーを塗布含浸させ、既設構造物の表層部を緻密にして骨材の欠落を防止し、洗堀されている部分の断面をCSモルタルで修復する際に、厚みを骨材の面（型枠面）まで留めることで、剥離を防止し水路断面の減少も回避することができます。仕上げに、修復面にCSクリアーを塗布含浸させ、CSモルタルを緻密にして水密性や耐摩耗性などを向上させ、表面保護による延命化を実現します。

ARIC(社)農業農村整備情報総合センター > NNTD登録番号：1022/技術の名称：CSモルタル工法（水路補修改修工法）

目次

1. 使用材料の概要	P 2・3
2. 工法概要	P 4・5
3. 適用条件	P 6・7
4. 品質試験結果	P 8・9
5. 施工管理	P 10
6. 施工事例	P 11

1. 使用材料の概要

主材料

CSクリアー【けい酸塩系表面含浸材】

CSクリアーは、けい酸ナトリウムを主成分とする無色透明・無臭の無機質水溶液（けい酸塩系表面含浸材）です。

硬化したコンクリート（モルタル）表面に塗布または散布し浸透させることで、乾燥固化物（未反応成分）、およびコンクリート中のカルシウム成分等との反応物（CSH系結晶）により、微視空隙を充填し、表層部を緻密化します。

水路の補修および改修において、いくら表面を優れた材料で補修しても、劣化部を除去した後の下地が健全で強固でなければ長持ちしません。

CSクリアーは、水路の補修および改修時における、無機系被覆工法の補助工法、下地処理材（母材表面の改質）、表面保護材（被覆材【CSモルタル】の更なる品質向上）として、優れた効果を発揮します。

農林水産省 開水路補修マニュアル けい酸塩系表面含浸工法(反応型) 品質適合品

荷姿



20kg/缶

製品概要

外観：無色透明水溶液
主成分：けい酸ナトリウム
比重：1.06～1.10
pH：11.0～13.0

CSモルタル【ポリマーセメントモルタル】

CSモルタル#100P（普通型）

荷姿



25kg/袋

製品概要

形態：プレミックスモルタル

密度：2.7 g/cm³

主成分：

ポルトランドセメント

粉末樹脂（アクリル系）

骨材、繊維、特殊混和剤

CSモルタル#100PS（速硬型）

荷姿



25kg/袋

製品概要

形態：プレミックスモルタル

密度：2.9 g/cm³

主成分：

速硬セメント

粉末樹脂（アクリル系）

骨材、繊維、特殊混和剤

CSモルタルは、CSクリアーと併用する場合の相性が良好で、この水路補修および改修工法に最適なポリマーセメントモルタルです。

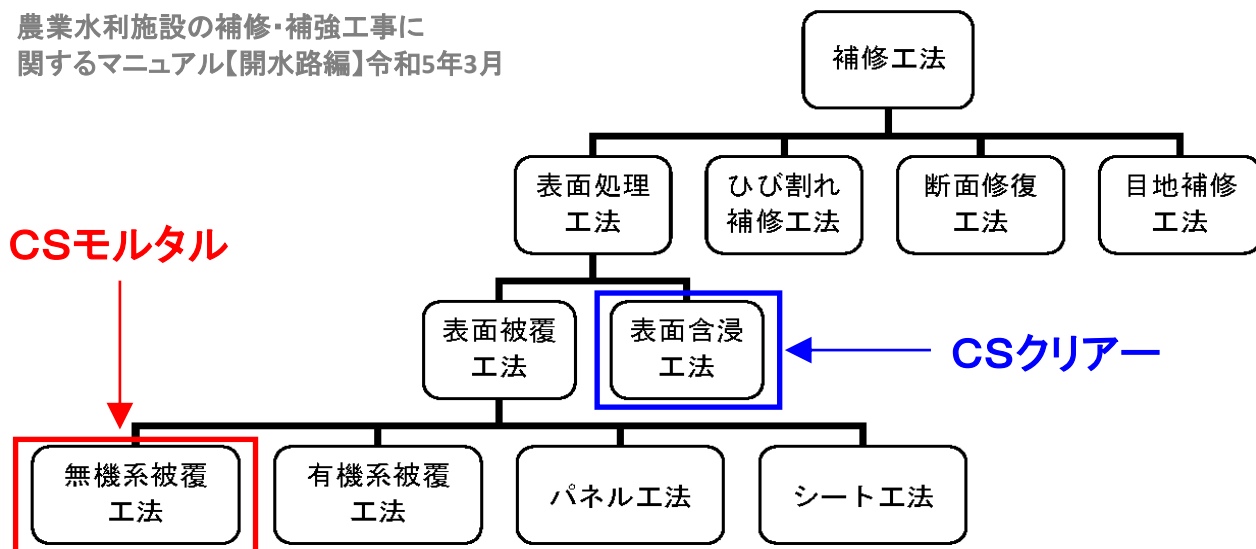
CSモルタルは、以下のような特徴があります。

- ・繊維で補強されているため、ひび割れや剥離に対して十分な抵抗性を発揮します。
- ・物性が長期にわたって安定しており、耐久性、耐候性、遮塩性、凍結融解抵抗性に優れています。
- ・強度発現性が良好で、特に#100PSは短時間で実用強度が得られます。
- ・躯体コンクリートとの接着性に優れています。
- ・水と練り混ぜるだけで使用できます。

農林水産省 開水路補修マニュアル 無機系被覆工法・断面修復工法 品質適合品

工法の分類

農業水利施設の補修・補強工事に
関するマニュアル【開水路編】令和5年3月



表面含浸工法 + 無機系被覆工法 → 『CSモルタル工法』

CSモルタル工法は、無機系被覆工法の補助工法として「けい酸塩系表面含浸工法」を併用する複合工法

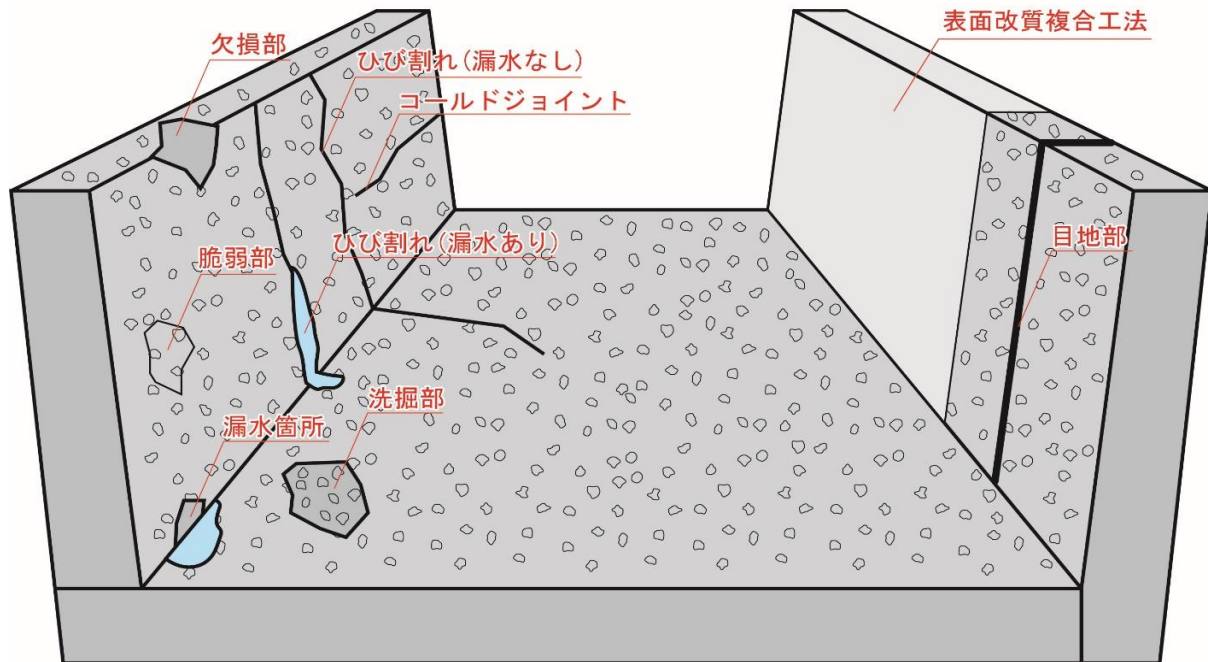
CSモルタル工法の特長

- ①既設水路の耐久性を向上させる。
- ②補修時に既設水路断面の減少を最小限に留める。
- ③既設水路表層部の粗度を低減する。
- ④ひび割れ補修効果に優れ、高い止水性を確保する。
- ⑤湿潤状態でも施工可能なため、工期短縮・コスト縮減を実現。
- ⑥無機質系材料を使用しているため、環境への負荷を低減できる。

その他の材料

止水セメント	止水セメントは、超速硬性の無機化合物粉体で、水を加えて練り混ぜるだけで急速硬化する急結セメントです。 収縮も極めて少なく、接着性、防水性、耐水圧性に優れています。 水路補修では、主に漏水箇所の止水材として使用します。
弾性シーリング材	弾性シーリング材は、接着力と伸縮性とのバランスが良く、目地やひび割れ部などの伸縮に対して優れた追従性を発揮します。 また、長期劣化が少なく、優れた耐候性を有しています。 水路補修では、主に乾燥している目地部やひび割れの補修に使用します。
水中パテ	水中パテは、本剤と硬化剤を等量ずつ手で取って混ぜて使用する作業性の良いパテ剤です。湿潤面でも接着力が良好で、耐水性にも優れています。 また、硬化物は弾性体なので、下地の動きに追従し、防水性を保持します。 水路補修では、主に湿潤している目地部やひび割れの補修に使用します。

2. 工法概要



工程フロー

工 程 概 要

準備工

水替え工などの施工区間に流入する浸入水や湧水対策
底板上に体積している汚泥やゴミなどの除去、施工に支障となる畦草などの除去
* 冬季施工時の養生温度確保など、必要に応じて養生対策を実施

下地処理

高圧洗浄工（現場試験施工で決定した水圧により施工区間を全面処理）
* 藻類など付着物の除去には、必要に応じてサンダーケレンを併用
* 型枠ズレなどによる段差などは、必要に応じて電動ハンマーなどを用いて撤去

補修工法の施工

止水処理

適用箇所 ➡ 漏水箇所

漏水箇所を『止水工法』により補修する（導水処理、注入工法適用の場合あり）

断面修復工

適用箇所 ➡ 洗掘部／欠損部／脆弱部

洗掘部、断面欠損部、脆弱部を『断面修復工法』により補修する

表面改質複合法

適用箇所 ➡ 表層劣化部

表層劣化部を『CSモルタル工法』（特許：第4664949号）により補修する

目地補修工
ひび割れ補修工

適用箇所 ➡ 目地部／ひび割れ部／コールドジョイント部

目地部、ひび割れ部、コールドジョイント部を『充填工法』により補修する

* ひび割れ部・コールドジョイント部は、必要に応じて注入工法を適用する

各工法の手順

◇ 止水工法

はつり	劣化部を電動ハンマーなどによりはつり落とす
高圧洗浄	高圧洗浄により汚れを除去する
CSクリアー散布	CSクリアーを噴霧器などにより散布する
止水セメント充填	止水セメントを充填箇所強く詰め込み、固まるまで抑える

◇ 断面修復工法（はつり箇所の露出した鉄筋については防錆処理）

はつり	劣化部を電動ハンマーなどによりはつり落とす
高圧洗浄	高圧洗浄により汚れを除去する
CSクリアー散布	CSクリアーを噴霧器などにより散布する
CSモルタル充填	CSモルタルをコテなどにより充填し、断面を修復する

◇ CSモルタル工法（表面改質複合法：けい酸塩系表面含浸工法＋無機系被覆工法）

高圧洗浄	高圧洗浄により脆弱部や汚れを除去する
CSクリアー散布 （1回目）	CSクリアーを噴霧器などにより散布する（塗布量：400～600 g/m ² ）
CSモルタル塗布 （コテ塗り）	CSモルタルをコテにより塗り付ける（不陸調整＋表面被覆3～5 mm）
CSクリアー塗布 （2回目）	CSクリアーをローラーなどにより塗布する（塗布量：100～200 g/m ² ）

* CSクリアーの使用量は、適用する下地の劣化程度（表層部の状態）などにより増減する

◇ 弾性シーリング材充填工法（充填箇所が乾燥している場合）

U字カット	コンクリートカッターなどにより、目地部・ひび割れ部をU字にカットする
清掃	高圧洗浄などにより汚れを除去する
バックアップ材設置	必要に応じてバックアップ材を設置する
プライマー塗布	プライマーをハケなどで塗布する
シーリング材充填	コーキングガンなどでシーリング材を充填しヘラで仕上げる
養生	充填材の硬化までほこりなどがつかないように必要な養生を行う

◇ 水中パテ充填工法（充填箇所が湿潤している場合）

U字カット	コンクリートカッターなどにより、目地部・ひび割れ部をU字にカットする
清掃	高圧洗浄などにより汚れを除去する
水中パテ充填	均一に練り混ぜた水中エポキシパテを手またはヘラで充填する

3. 適用条件

適用範囲

◆適用可能な範囲

- ・鉄筋コンクリートおよび無筋コンクリート製開水路などの水利構造物
(ただし、セメント成分を含んでいること、材齢は問わない)

◆適用できない範囲

- ・劣化の要因に A S R および化学的腐食が含まれる場合
- ・左官作業が困難な狭小暗渠（例：高さ 1 m 未満）などの狭隘部
- ・劣化が進行し、躯体の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められ、補修補強で対応するよりも、改築した方が経済的に有利な場合

◆適用する面

- ・左官工法のため、施工方向（下向き、横向き、上向き）、平面および曲面を問わず適用可能

◆施工時の気象条件

- ・気温 5℃ 以上の場合、適用可能
- ・気温 0℃ 以上 5℃ 未満の場合、適用可能（別記：冬季の低温環境下で施工する場合の留意点 参照）
- ・気温 0℃ 未満の場合、施工時の保温など養生対策が必要
- ・雨天の場合、雨に濡れないよう養生対策が必要

◆コンクリート表層部の状態

- ・高圧洗浄などにより付着物や脆弱部が除去され、適切な下地処理がなされていること
- ・下地コンクリートが湿っている程度であれば施工可能
(表面が凍結または結露している場合は、表面を指で触って指に水がつかない程度に乾燥させること)

留意事項

◆設計時

- ・下地処理工（高圧洗浄）における工事車両（2 t ダンプ×2 台）の駐車スペースが必要
- ・材料運搬などの作業通路（道路沿い：約 1.0 m）が必要
- ・材料置き場・モルタル練り場などの作業スペース（2.5 m×6 m 程度）が必要
- ・水路内の洗掘状況によっては、別途、断面修復材料が必要
(通常の被覆については、不陸調整および仕上げを同一材料[CS モルタル]で行う)
- ・水路内の劣化状況によっては、底板コンクリートの打換えなども検討

◆施工時

- ・目地部やひび割れ部、および嵩上げ箇所との打継部など挙動の大きい箇所は、充填工法にて処理し、跨いで CS モルタル被覆は行わないこと（必要に応じて止水工法を併用）
- ・道路および民家沿いなどでは、飛散防止処理が必要

◆施工後の養生

- ・暴露状態で 2 週間以上の養生期間を確保すること
(養生期間中は、雨水や結露により施工面が濡れても問題ないが、通水の開始は養生期間完了後とする)

冬季の低温環境下で施工する場合の留意点

◆材料の選定

コンクリート開水路などの農業水利構造物の補修工事は、冬季（断水期）に実施されることが多く、低温環境下での施工となるため、初期凍害などに留意する必要があります。

一般に、初期凍害を防ぐために必要な圧縮強度は $3 \sim 5 \text{ N/mm}^2$ 以上*とされているため、冬季の低温環境下での施工にあたっては、早期に実用強度に達するCSモルタル#100PS（速硬型）**が適しています。

* 2017年制定コンクリート標準示方書[施工編]>12章 寒中コンクリート 参照

** 圧縮強度試験値（養生温度 5°C 環境）：材齢3時間 $= 5 \text{ N/mm}^2$ 、材齢1日 $= 11 \text{ N/mm}^2$

◆練り混ぜの注意点

冬季の低温環境下での練り混ぜは、練り混ぜ水を加熱し、練り上がりのモルタル温度が 20°C 程度となるよう調整してください。

良好な施工性が得られる練混ぜ状態の判断は、ミキサー容器の周辺側壁に「粘りのあるモルタルが付き始める時間」（約3分）が目安となります。

◆施工時の気温

気温 0°C 以上の場合、適用可能です。（施工面が凍結したままでの施工は不可）

#100PS（速硬型）被覆・仕上げから3時間以上経過後であれば、気温が 0°C 未満となっても問題ありません。（施工後の降雨などで表面が濡れる場合は、別途、シート養生などが必要）

CSクリアー施工後、表面の指触乾燥確認後であれば、気温が 0°C 未満となっても問題ありません。

施工中に、気温が 0°C 未満となる場合には、施工を中止するか、別途、保温養生が必要です。

◆施工時の注意点

作業開始前に、気象予報により天候および気温の推移を確認し、モルタル被覆作業の終了時刻を安全側に設定してください。（過去の施工実績では15：00までに仕上げを完了することが多い）

CSクリアーの既設躯体面およびCSモルタル#100PS（速硬型）被覆面への施工は、表面が凍結または結露したままでは施工はできません。通常の手順に従い、表面の指触乾燥確認後に散布してください。（湿っている程度であれば施工可）

CSクリアーのCSモルタル#100PS（速硬型）被覆面への施工時期は、初期強度が発生する材齢1日後以降に行ってください。

CSクリアーの施工または散水（水湿または湿潤養生など）を噴霧器で行う場合は、気化熱により温度が下がり凍結する恐れがあるため、事前に噴霧器による散布で凍結しないことを確認するか、ハケ塗りにて施工を行ってください。

◆まとめ

冬季の低温環境下（気温 5°C 未満）におけるCSモルタル工法の施工について、当研究会では、

- ・ 施工後3時間以上経過していれば、所定の圧縮強度（ 5 N/mm^2 以上）が発現されると考えられること
- ・ 冬季施工の複数実績において、初期凍害などの不具合発生もなく経過が良好であること

から、CSモルタル#100PS（速硬型）を使用し、前述の留意事項を遵守することを推奨しています。

※CSモルタル#100P（普通型）は、気温 5°C 以上で適用可能、それ未満の場合は保温養生が必要

4. 品質試験結果

CSクリアーの主な品質試験結果

CSクリアーは、農林水産省：開水路補修マニュアルの品質規格値*①～③を満たしており、土木学会規準試験①～⑤による劣化抑制・耐久性向上効果、およびJIS試験⑥による耐摩耗性が向上効果が確認されています。

要求性能	品質項目	照査方法	試験値 (%)	品質 規格値*
① 緻密度	乾燥固形分率	JSCE-K572 6.2 乾燥固形分率試験	11.3	10%以上
② 中性化抑止性	中性化抑制率	JSCE-K572 6.8 中性化に対する抵抗性試験	76**	10%以上
③ 耐凍害性	透水抑制率	JSCE-K572 6.6 透水量試験	35**	20%以上
	吸水抑制率	JSCE-K572 6.7 吸水率試験	18**	10%以上
④ 耐凍害性	スケーリング量	JSCE-K572 6.10 スケーリングに対する抵抗性試験	15**	—
⑤ ひび割れ止水性	ひび割れ透水量	JSCE-K572 6.11 ひび割れ透水性試験	67**	—
⑥ 耐摩耗性	摩耗質量	JIS K 7204 (摩耗輪CS17, 1000回転時)	35**	—

* 農林水産省：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】
 > けい酸塩系表面含浸工法（反応型）に使用する材料・工法の品質規格値（案）

** 抑制率（%）：100—無塗布とCSクリアー塗布との比（%）

CSモルタルの主な品質試験結果

CSモルタルは、農林水産省：開水路補修マニュアルの品質規格値*を満たしています。

要求性能	品質項目	照査方法	CSモルタル		品質 規格値*
			#100PS**	#100P**	
中性化抑止性	中性化深さ(mm)	JIS A 1153 (4週間)	2	0	5mm以下
付着性	付着強度 (N/mm ²)	JSCE-K 561 (乾湿・温冷繰 返し回数は10サ イクル)	標準条件	2.1	1.8
			多湿条件	1.9	1.9
			低温条件	1.8	1.7
			水中条件	1.5	1.5
			乾湿繰返し条件	1.6	2.2
			温冷繰返し条件	1.6	1.8
一体化性	圧縮強度(N/mm ²)	JSCE-K 561 (28日間養生)	39.8	53.6	21N/mm ² 以上
寸法安定性	長さ変化率(%)	JIS A 1129	0.048	0.039	0.05%以下
耐摩耗性	摩耗深さ***	水砂噴流摩耗試験（材齢28日, 10時間）	1.25	1.07	1.5以下
耐凍害性	相対動弾性係数	JIS A 1148 (A法300サイクル)	92	93	85以上
通水性	粗度係数	実験水路による計測（高知大学）	0.010		0.013****

* 農林水産省：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】
 > 無機系被覆工法に使用する材料・工法の品質規格値（案）

** 標準配合（水／#100PS＝17.0%，水／#100P＝16.5%）による試験

*** 標準モルタル（JIS R5201準拠）との摩耗深さ比

**** 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説：設計「水路工」>セメント（モルタル）の標準値

CSクリア塗布による下地改質効果

CSクリアを塗布することで、表層引張強度が向上（下地を強化）する効果が確認されています。

品質項目	照査方法	測定概要	無塗布との比* (%)	向上率 (%)
表層引張強度	建研式	① コンクリート板(2次製品)	130	30
		② CSモルタル100PSを被覆した①	116	16
		③ CSモルタル100P を被覆した①	150	50
		④ N県水路：被覆前とCSモルタル100PS被覆1年後	123	23
		⑤ T県水路：被覆前とCSモルタル100PS被覆1年後	150	50

* 無塗布（無処理、④・⑤は高圧洗浄後）箇所とCSクリア塗布箇所との比

CSモルタルへのCSクリア塗布による効果

CSモルタルにCSクリアを塗布することで、乾燥収縮を抑制し、耐摩耗性・耐凍害性が向上する効果が確認されています。

照査項目	品質項目	照査方法	試験体*	CSクリアー	
				無塗布	塗布
寸法安定性	長さ変化率(%)	JIS A 1129	#100PS	0.048	0.040
耐摩耗性	摩耗深さ** (摩耗深さ比)	水砂噴流摩耗試験（材齢28日, 10時間）	#100PS	1.25	1.09
			#100P	1.07	0.89
	摩耗質量 (g)	JIS K 7204（摩耗輪CS17, 1000回転時）	#100PS	0.33	0.26
			#100P	0.21	0.18
耐凍害性	相対動弾性係数	JIS A 1148（A法300サイクル）	#100PS	92	96

* 標準配合（水／＃100PS＝17.0％，水／＃100P＝16.5％）による試験

** 標準モルタル（JIS R 5201準拠）との摩耗深さ比

CSモルタル工法（CSクリア塗布＋CSモルタル被覆）施工前後の調査例

対象	品質項目	照査方法	被覆材*	施工前**	施工後**
K県水路	圧縮強度	テストハンマー強度（N/mm ² ）	#100PS	22.7	39.6
			#100P	23.1	37.3
	緻密性	表層透気係数〔トレント法〕（×10 ⁻¹⁶ m ² ）	#100PS	測定不能***	0.001
			#100P	測定不能***	0.001

* 標準配合（水／＃100P＝16.5％，水／＃100PS＝17.0％）
被覆厚さ：不陸調整＋3mmおよび5mm箇所の平均値

** 施工前：供用開始から40年以上経過した既設水路、高圧洗浄後の躯体コンクリート面
施工後：施工1年後のCSモルタル被覆面

*** 測定上限値（1,000）以上の値のため、測定不能と表記
【表層透気係数のグレーディング：劣（10以下）／普通（1.0以下）／良（0.1以下）／優（0.01以下）】

5. 施工管理

CSモルタル工法は、けい酸塩系表面含浸工法と無機系被覆工法の複合工法（表面改質複合工法）であるため、一般的な無機系被覆工法の施工管理に加え、けい酸塩系表面含浸工法としての施工管理を行っています。

CSモルタル工法の施工管理（例）

工 程	作業内容	施工管理の内容
準 備	材料搬入	搬入確認 : 搬入毎、ロット毎に記録する。 品質管理 : 材料の品質を試験成績表で確認する。 CSクリアーは、比重[密度]およびpH値検査を実施し、記録する。*（写真01）
下地処理	高圧洗浄	品質管理 : 頻度を設けて、付着強度（下地）を測定し、記録する。 出来形管理 : 施工前後の表面状態、施工状況、使用機械、施工時の洗浄圧力などを確認し、記録する。
CSクリアー（1回目）	CSクリアー散布	品質管理 : 頻度を設けて、施工前後にフェノールフタレイン溶液を噴霧し、呈色状況を記録する。*（写真02） 出来形管理 : 施工前後の表面状態、施工状況、使用機材、使用数量を確認し、記録する。
表面被覆**	配合・練り混ぜ	出来形管理 : 作業開始時に試験練りを行い、施工環境に応じて、最適な水比・練り混ぜ時間を確認し、記録する。 品質管理 : 頻度を設けて、供試体を作成し、圧縮強度（材齢28日）を測定し、記録する。 出来形管理 : 練り上がり材料毎に作業時間を計測し、可使時間以内であることを確認し、記録する。 両壁面、底版の被覆厚さを測定する。被覆材硬化前は検針針等で。被覆材硬化後は、被覆前に予め取り付け付けた厚み管理ガイド[木片等]を除去し、ノギスやデプスゲージ等で測定。 （写真03）
CSクリアー（2回目）	CSクリアー塗布	出来形管理 : 施工前後の表面状態、施工状況、使用機材、使用数量を確認し、記録する。
養 生	養 生	養 生 : 天候、最低気温、最高気温、湿度を測定し、記録する。 （低温対策などを行った場合は別途記録する。）
施工完了		品質管理 : 頻度を設けて付着強度（被覆後）を測定し、記録する。 出来形管理 : 仕上がり状態を施工箇所・部位毎に測定または目視点検し、記録する。 材料の総使用量が分かるもの（空缶、梱包材など）を撮影する。 （写真04）

* けい酸塩系表面含浸工法（CSクリアー）独自の項目については、赤文字にて表示。

** CSモルタル工法は、不陸調整と表面被覆を同じ材料（CSモルタル）で行う。

写真01 : 材料搬入



比重[密度]検査



pH値検査

写真02 : フェノールフタレイン溶液噴霧



呈色なし（施工前）



呈色あり（施工後）

写真03 : 被覆厚さ管理



被覆厚さ測定（硬化前）



被覆厚さ測定（硬化後）

写真04 : 材料の使用量管理



空缶検収（CSクリアー空缶・CSモルタル空缶）

参考資料

『農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】』（農林水産省）

『表面保護工法 設計施工指針（案）』・『けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）』（土木学会）

6. 施工事例

CSモルタル工法：施工事例



①：施工前



②：高圧洗浄



③：CSクリアー（1回目-躯体面）



④：CSモルタルコテ塗り

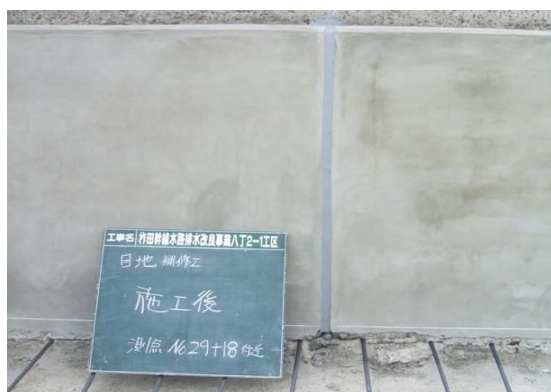


⑤：CSクリアー（2回目-被覆面）



⑥：施工完了

弾性シーリング材充填工法：施工事例



目地補修例



ひび割れ部および嵩上げ箇所との打継部処理例



水路補修改修工法研究会・事務局



株式会社アストン

〒700-0075

岡山県岡山市北区矢坂本町14-16

T E L : 086-255-1511

F A X : 086-251-3270

WEBサイト <https://www.i-care.gr.jp/>