

Crystal Lining

クリスタルライニング 4 工法

防食ライニング工法



接着補強型止水工法



補強工法



マンホール耐震補強工法

クリスタルライニング工法協会

「高湿度環境で施工ができる」を 発明しました

クリスタルライニング工法は、
困難な湿潤環境での施工を可能にした
機械を使わないテクノロジーです

Technology
of Crystal Lining

クリスタルライニング工法は VOC 削減型の無溶剤型塗料に、
リサイクルのガラスパウダーや天然ガーネット等を骨材に使用した、
環境に配慮した工法です



水中硬化型エポキシ樹脂モルタルのクリスタルライニング材を使用し、
主に4つの目的に対応します

防食ライニング
工法

接着補強型
止水工法

補強工法

マンホール
耐震補強工法

上下水道 | 土木 | 農業施設 | 建築分野全般 | 幅広い分野で活躍しています



Feature

湿潤施工になくてはならない機能を備える
クリスタルライニング工法の特徴です

1 施工・養生環境の制約に対応

◆湿潤養生環境に対応

一般工法では対応できない養生環境に対応します。
(例えば道路上にあるマンホール等、施工後に蓋をしなければならない場合、
供用中のマンホール内は湿度が85%以上(結露発生)となってしまいます)

◆水中養生が可能

塗布後、3～4時間で通水可能です。
(例えば上流側の水替可能時間や潮位変動により、
施工後水没してしまうマンホール等にも対応します)



2 人力施工・塗布型で柔軟かつ経済的

◆形状に左右されず施工可能

人力で塗布するため、人が作業可能であれば、
対象の形状に左右されず施工可能です。

◆特殊な機材不要・部分補修可能

人力施工・塗布型であるため、特殊な機材が不要・部分補修が
可能であるなど、経済性に優れています。



3 優れた性能と豊富な実績

◆数々の優れた性能

強い接着力と優れた物性により、繊維(ガラスクロス・炭素繊維)
による補強が可能です。耐衝撃性(繊維補強ありの場合)・耐摩耗
性が高く、管路内の流水に対し耐久性があります。クリスタルラ
イニング材樹脂は無溶剤型(換気不要)で無臭であり、環境に優
しい安全な材料です。

◆豊富な実績

20年以上の豊富な実績で、新規・リピートの両方でご採用いた
だいています。



Product



クリスタルライニング材

A剤8kg、B剤8kg、C剤16kg:32kgセット



クリスタルライニング材トップコート

A剤8kg、B剤8kg:16kgセット

施工用途・効果

- 下水道全般(処理場、管渠、人孔等)の補修に最適です。
- 優れた接着力と補強繊維シートにより、長期的で強力な
浸入水対策に最適です。
- 補強繊維シートとの組み合わせにより、
コンクリート構造物の構造補強に最適です。
(ひび割れ拘束・耐震補強等)
- 食品工場の壁・床に使用可能です。
- 土木・建築全般で使用可能です。
- 飲料水(貯水槽等)の塗装修繕に使用可能です。
(JWWA K143規格)

- 耐酸性・耐アルカリ性・耐久性・塩害対策に優れています。
- 鉄筋コンクリートの劣化防止に最適です。(中性化抑止)
- 外水圧0.2MPa(建設技術審査証明)、内水圧0.6MPa
(社内テスト)に対応できます。
- ガラスクロスまたは炭素繊維を組み合わせることで、
引張り強度を上げることが可能です。
(炭素繊維は鉄筋換算可能)
- 塩ビ同等の粗度係数で流下能力向上をはかることができます。

Story

あらゆる可能性にトライすること・・・
それがクリスタルライニング工法の原点です

クリスタルライニング材の開発

下水道管路施設の腐食・劣化・浸入水等の事例が増えていく中、
高湿度環境下での施工に対応する材料が求められました。

クリスタルライニング工法の開発

「防食ライニング工法」「接着補強型止水工法」

湿潤環境に強いクリスタルライニング材を使い、下地処理や積層過程に違いを持たせ、防食を目的とした「防食ライニング工法」、止水を目的とした「接着補強型止水工法」からなるクリスタルライニング工法が開発されました。

耐震補強システムの構築

「マンホール耐震補強工法」

度重なる震災への対策として、独自の耐震補強システムを構築。
下水分野で炭素繊維を扱える工法として、減災へ貢献する体制を整えました。

1999

炭素繊維の下水施設領域への採用

「補強工法」

宇宙航空機分野や地上構造物にはすでに用いられてきた高性能の素材「炭素繊維」を、
はじめて下水施設の領域に採用することを可能にしました。

求められるニーズに応えるため、
クリスタルライニング材の
性能を高めていきました

2022

信頼と技術を大切に……20年以上の実績

- 1 会員数/国内**136**社 海外**2**社
専門技術者 約**800**名（2022年7月現在）
- 2 IT資料「作業要領書」を制作・導入し、
技術の標準化を目指しています
- 3 複数自治体さまに毎年**レポート**で
ご採用いただいています

Sustainable

確かな品質を提供するため、
さまざまな試験や課題に挑んでいます



公益財団法人 日本下水道新技術機構
「建設技術審査証明」取得
(2022年3月更新)

防食ライニング工
接着補強型止水工

防食ライニング工は、日本下水道事業団
「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」
塗布型ライニング工法の設計及び品質規格 C種・D種に適合しています

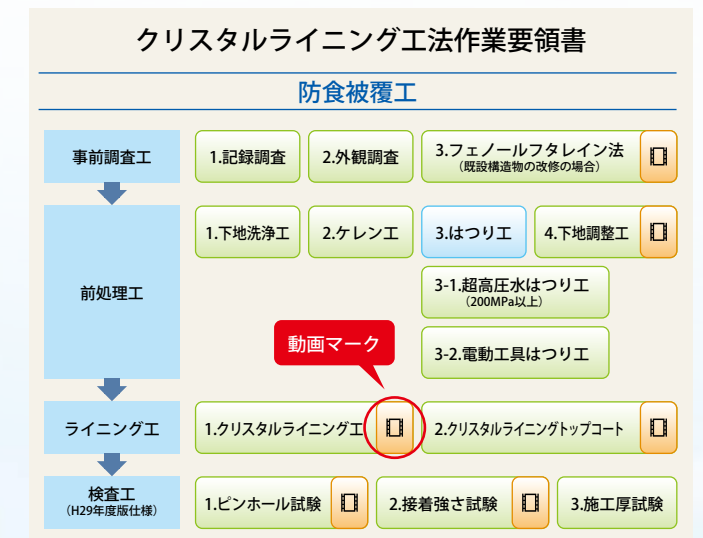
その他の試験項目一覧（建設技術審査証明対象外）

- 地域環境資源センター「農業集落排水施設のコンクリート防食設計・施工の手引き（設計編・施工編）」
2 種防食被覆工法・3 種防食被覆工法
- 一般物性データ（材令 7 日）
- 水道用コンクリート水槽内面エポキシ樹脂塗料塗装方法（クリスタルライニング A 剤・B 剤）
- コンクリート保護材の品質規格及び試験方法（東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理基準）
- 凍結融解試験
- 粗度係数測定試験

最終頁にて
一部試験結果掲載

QUALITY OF CRYSTAL LINING

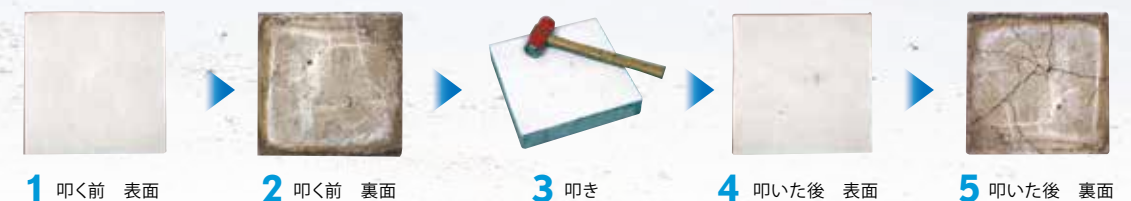
作業要領書の動画（IT資料）導入による実技の標準化で「品質・安全管理の強化」



「動画・音声・文字」による分かりやすい説明を、
“何時でも・何度でも・手軽に”確認できる IT資料を開発・導入しました

社内試験の実施

耐衝撃性の確認（クリスタルライニング材+ガラスクロス）



管路施設の要 ‹マンホール› の修繕に強い工法としての役割

マンホールは、管路施設の維持管理をする上で、常にその機能を確保しておく必要があります。しかしながらマンホールの修繕には、施工・養生環境や条件の制約が付きものです。

クリスタルライニング工法は、その特性から、供用中のマンホールの修繕における【施工・養生環境】【時間】【コスト】の制約に立ち向かい、ストックマネジメントのお役に立っています。

クリスタルライニング工法がマンホールに強い理由

point.1

湿潤環境に強い

一般工法では対応できない
高湿度な養生環境(湿度85%以上)に
対応します。



point.2

柔軟施工・低コストを実現

人力施工・塗布型なので
対象の形状に左右されず施工可能です。
また特殊な車両・機材が
不要・部分補修可能で経済的です。



point.3

炭素繊維との 組み合わせが可能

「マンホール目地ズレ防止補強」
もしくは「耐震補強」で、
減災効果に寄与します。



地震での目地ズレによる浸入水

地震時はもちろん、平常時の自然
の力でも、マンホールは圧迫され
ています。
大切な機能を損なわないよう、事
前の対策が重要です。



炭素繊維補強ライニングでズレを抑止

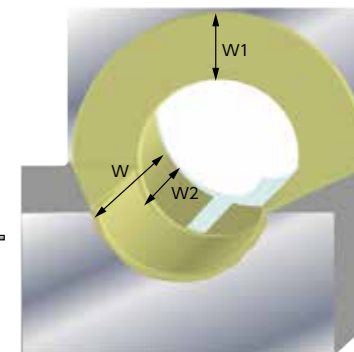
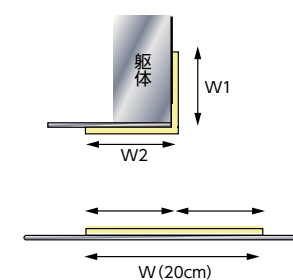
クリスタルライニング工法の マンホール管口止水

下水処理場の大きな負担となっている、「浸入水」
クリスタルライニング工法は、さまざまな浸入水に止水効果を発揮します。
とりわけ、マンホール管口部の止水について、海水の浸入水にも
大きな止水効果を得られることが実証されています。

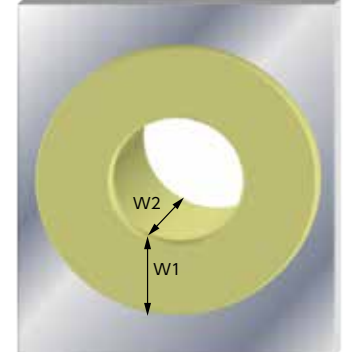
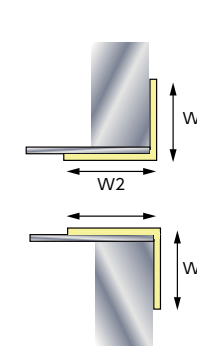
モデル図

(※小口径管口の場合：W=W1+W2=20cm を標準とする)

インバート部



取り付け管口部



劣化したマンホールの
防食ライニング工事



施工前



施工後

マンホールの
管口止水工事



施工前



施工後

大口径管渠の
止水工事



施工前



施工後

マンホールの
目地補修工事



施工前



施工後

炭素繊維を
用いた補強工事



施工前



施工後

耐震計算と炭素繊維を
用いた耐震補強工事
(マンホール)



施工前

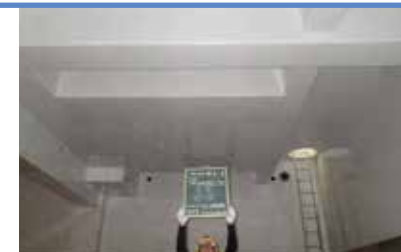


施工後

処理場内ピットの
腐食対策工事



施工前



施工後

人孔内頂版の錆鉄筋部
炭素繊維補強工事



施工前



施工後

浄化槽の
壁面補修工事



施工前

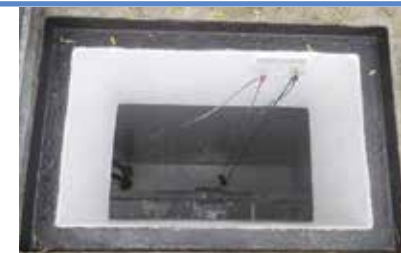


施工後

浄化槽の
壁面補修工事



施工前



施工後

伏越人孔の
防食ライニング工事



施工前



施工後

伏越人孔の
防食ライニング工事



施工前



施工後

施工事例

水中橋脚ライニング工法

<クリスタルライニング材+耐候性塗料との組み合わせ>

大掛かりな水替えがいらず簡単な養生のみでの施工が可能で、従来工法と比べて大幅なコスト削減が可能です。

自然環境に影響を与える物質を限りなく減らした環境に優しい材料です。(JWWA溶出試験に合格)

安全

水中硬化

耐衝撃

耐塩害



施工前



施工後



施工前



施工後



施工前



施工後

国立大学にて、
屋外実験系排水管改修工事(柵)
防食・止水に採用

トンネルの止水工事



施工後

地下鉄の止水工事



施工後

数多くの実績を基盤として新たな分野にチャレンジしています

雨水ボックスカルバートの露出鉄筋部補修工事 (ライニングによる長寿命化工事)



施工前



施工後

ボックスカルバートの目地補修工事



施工前



施工後

大口径管渠の管口止水工事



施工前



施工後

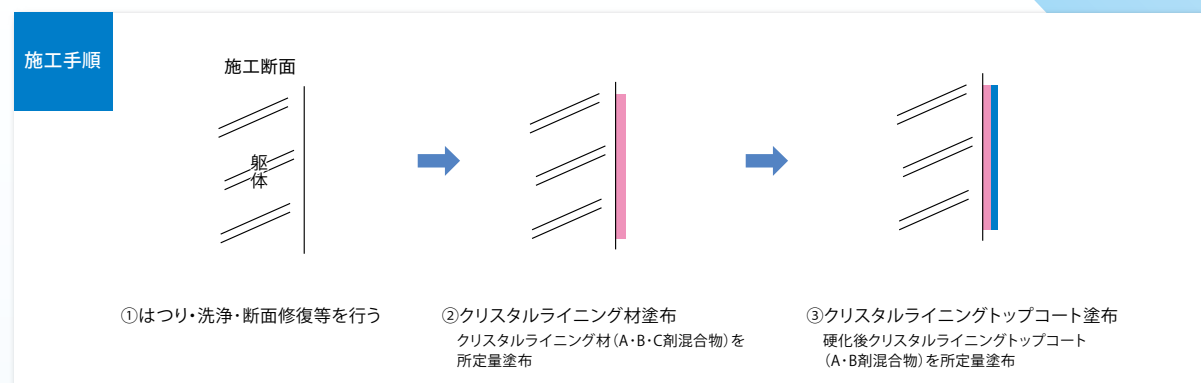
Crystal Lining #1

防食ライニング工

防食ライニング工は、クリスタルライニング材を塗布した後、
クリスタルライニングトップコートを上塗りする
クリスタルライニング工法の施工方法のひとつです。



公益財団法人 日本下水道新技術機構
「建設技術審査証明」を取得しています



供用中の管路施設 (人孔、管渠等) の修繕時における
施工環境 (高湿度、湿潤環境) においても対応可能です。

日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の
腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」の
塗布型ライニング工法 (C種) (D種) の品質規格に
適合しています。

湿潤面施工に関する審査証明

■開発目標 湿潤面 (水分量10%以上) に対し
施工が可能であること。

■審査方法 水中に浸した状態にしておいたコンクリート二次製品を用
い、その湿潤面 (水分量10%以上) に模擬試験施工を行い、
施工性を立会試験により確認しました。

C種・D種ライニングに関する審査証明

■開発目標

防食ライニング工で使用する材料 (C種ライニング厚み:1.0mm) (D種ラ
イニング厚み:2.5mm) は、以下に示す項目について、日本下水道事業団
「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」の
塗布型ライニング工法 (C種) (D種) の品質規格に適合すること。

■審査方法

防食指針:塗布型ライニング工法 (C種) (D種) の品
質規格に適合していることを公的試験結果により確
認しました。

■C種品質規格試験結果

検査項目	試験成績	評価	品質規格
被覆の外観	被覆にしわ・むら・ はがれ・われを認めない	合格	被覆にしわ・むら・ はがれ・われがないこと
コンクリートとの 接着性	標準状態:2.7N/mm ² 吸水状態:2.6N/mm ²	合格	標準状態:1.5N/mm ² 以上 吸水状態:1.2N/mm ² 以上
耐酸性	被覆にふくれ・われ・ 軟化・溶出を認めない	合格	10%の硫酸水溶液に45日間浸漬しても 被覆にふくれ・われ・軟化・溶出がないこと
硫酸侵入深さ	設計厚さに対して 4% 侵入深さ 38μm	合格	10%の硫酸水溶液に120日間浸漬したときの 侵入深さが設計厚さに対して10%以下であること、 かつ、200μm以下であること。
耐アルカリ性	被覆にふくれ・われ・ 軟化・溶出を認めない	合格	水酸化カルシウム飽和水溶液に 45日間浸漬しても被覆にふくれ・われ・ 軟化・溶出がないこと
透水性	0.02g	合格	透水量が0.20g以下

■D種品質規格試験結果

検査項目	試験成績	評価	品質規格
被覆の外観	被覆にしわ・むら・ はがれ・われを認めない	合格	被覆にしわ・むら・ はがれ・われがないこと
コンクリートとの 接着性	標準状態:2.7N/mm ² 吸水状態:2.7N/mm ²	合格	標準状態:1.5N/mm ² 以上 吸水状態:1.2N/mm ² 以上
耐酸性	被覆にふくれ・われ・ 軟化・溶出を認めない	合格	10%の硫酸水溶液に60日間浸漬しても 被覆にふくれ・われ・軟化・溶出がないこと
硫酸侵入深さ	設計厚さに対して 1% 侵入深さ 30μm	合格	10%の硫酸水溶液に120日間浸漬したときの 侵入深さが設計厚さに対して5%以下であること、 かつ、100μm以下であること。
耐アルカリ性	被覆にふくれ・われ・ 軟化・溶出を認めない	合格	水酸化カルシウム飽和水溶液に60日間浸漬しても 被覆にふくれ・われ・軟化・溶出がないこと
透水性	0.00g	合格	透水量が0.15g以下

クリスタルライニング工法の分類 (マンホールの更生工法及び防食工法の場合)

公益財団法人 日本下水道新技術機構による審査証明(ただし耐硫酸モルタル防食工法を除く)を取得している
マンホールの更生工法及び防食工法(湿度85%以上の環境下で施工可)が示された表で、
引用文献の表中頁にて工法の特徴等が紹介されている。

■マンホールの更生工法及び防食工法の一覧表

(本カタログでは、当工法以外は「その他の工法」と記載させていただいております。)

分類		工法名	適用範囲	ページ
自立マンホール		その他の工法	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:1号~3号マンホール	153
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:1号~4号マンホール	154
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:1号~3号マンホール	—
			現在の人孔の設置基準において小型化可能な中間人孔 適用範囲:円形・1号	155
複合マンホール		その他の工法	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:φ600~φ2200. 矩形	156
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:1号~3号. 矩形	—
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 適用範囲:1号、2号、3号マンホール	—
防食工法	塗布型ライニング工法	クリスタルライニング工法 (防食ライニング工法) (炭素繊維補強工法)	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ600mm 以上	157
	シートライニング工法	その他の工法	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ900mm 以上	158
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ900mm~1500mm 深さ:5m	159
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ1200mm以上および矩形渠	—
	耐硫酸モルタル 防食工法	その他の工法	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ600mm 以上	160
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径:φ600mm 以上	161

※公益社団法人 日本下水道管路管理業協会発行『マンホールの改築及び修繕に関する設計・施工の手引き(案)』より引用

施工事例

圧送ピット

施工時間が制限される
圧送ピット 防食ライニング工事



施工前



施工後

大口径管渠

流下能力向上
(粗度係数は塩ビ管と同等)



施工前



施工後

流水による
摩耗劣化を伴った人孔
(合流路線)

劣化したマンホール の
防食ライニング工事



施工前



施工後

カルバート内錆鉄筋処理
及び
防食ライニング
(長寿命化)



施工前



施工後

信頼できる施工技術と豊かな実績でお応えします

基本フロー

洗浄工

はつり工

断面修復工

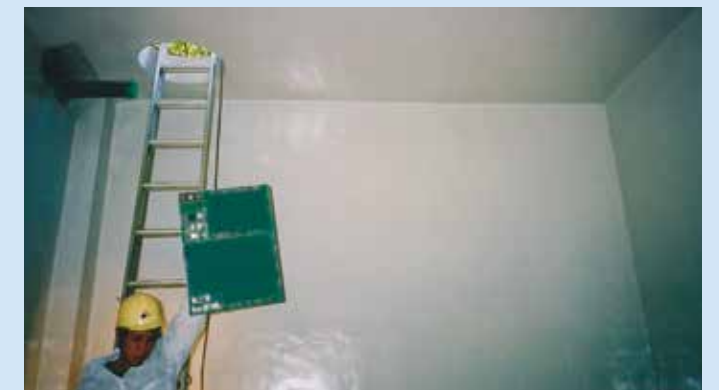
防食ライニング工

〔クリスタルライニング塗布
クリスタルライニングトップコート塗布〕

下水処理場コンクリート防食ライニング



施工前



施工後

基本フロー



はつり工
●超高压水150~200MPa



フェノール検査工
●劣化および中性化した躯体の状況を検査
●ハツリ終了後の検査



断面修復工



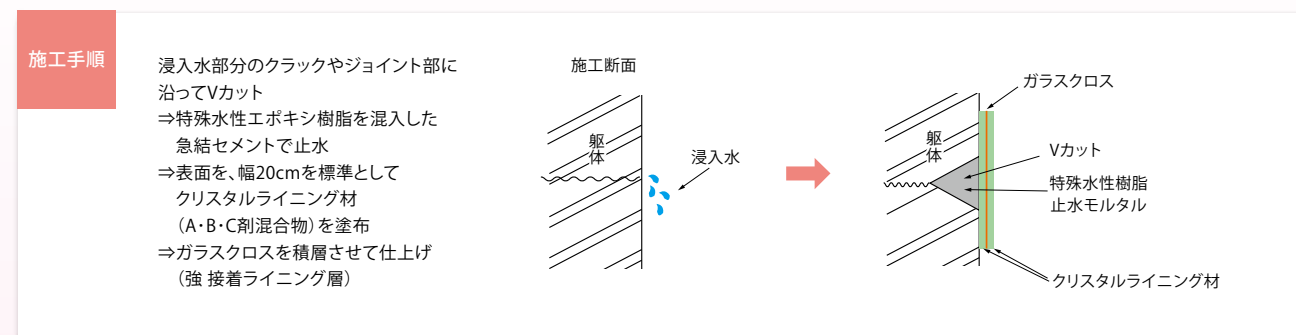
ライニング膜厚検査工

Crystal Lining #2 接着補強型止水工

浸入水部分のクラックやジョイント部に沿ってVカットし、
特殊水性エポキシ樹脂を混入した急結セメントで止水した表面に、
クリスタルライニング材を塗布し、ガラスクロスを積層させて仕上げ、
強接着ライニング層を設けるクリスタルライニング工法の施工方法のひとつです。

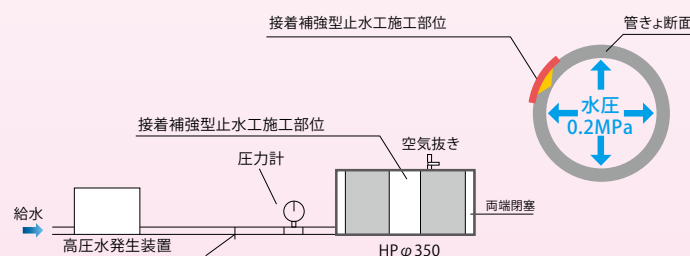


公益財団法人 日本下水道新技術機構
「建設技術審査証明」を取得しています



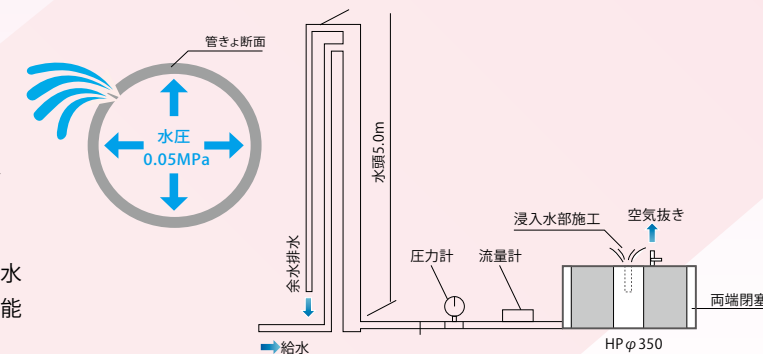
耐水圧性に関する審査証明

- 開発目標
接着補強型止水工は、施工部の硬化養生後、0.2 MPa以上の外水圧に対し剥離・損傷がないこと。
- 審査方法
施工性 (止水性) に関する審査証明の開発目標で施工した試験体を硬化養生 (2週間以上) し、0.2MPa以上の外水圧に対し剥離・損傷がないことを立会試験により確認しました。



止水性に関する 審査証明

- 開発目標
接着補強型止水工は、次の条件下で施工が可能なこと。
- 水量 3 ℓ / 分、水圧 0.05 MPaの浸入水
- 審査方法
ヒューム管を用いた施工モデルを用いて、浸入水 (水量 3 ℓ / 分、外水圧0.05MPa) がある場合でも施工可能なことを立会試験により確認しました。



水中養生後の接着性に関する審査証明

- 開発目標
湿潤面施工後、水中で硬化養生させても、1.5MPa以上の接着力を有すること。
- 審査方法
湿潤面施工を行った後、水中養生 (2週間以上) を行い、接着力試験器で接着力 (1.5MPa以上) を有することを立会試験により確認しました。

■接着力試験結果

		接着力 (MPa)	破断面
湿潤面施工部 (水中養生)	No.1	4.95	接着界面
	No.2	6.18	接着界面
	No.3	6.44	接着界面
	平均	5.86	—
乾燥面施工部	No.1	5.37	母材
	No.2	5.94	母材
	No.3	6.73	母材
	平均	6.01	—



接着力試験

クリスタルライニング工法の分類 (マンホールの修繕工法及び関連工法の場合)

各方面で採用されている、マンホールの修繕工法及び関連工法が示された表で、引用文献の表中頁にて工法の特徴等が紹介されている。

■マンホールの修繕工法及び関連工法の一覧表 (本カタログでは、当工法以外は「その他の工法」と記載させていただいております。)

分類		工法名	適用範囲	ページ
修繕工法	Vカットコーキング＋ライニング工法	クリスタルライニング工法 (接着補強型止水工法)	人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 人孔径：φ600mm以上	163
	リング工法		人孔径：φ900mm～φ1,800mm 施工幅：190mm	164
	足掛金物		人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 円形0～5号、矩形 深さ制限なし	165
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール アンカーを2箇所同時に削孔	—
			人が入って施工可能なコンクリート製マンホール 狭い環境での作業に有利	—
管口接続部 耐震化工法		その他の工法	管種：鉄筋コンクリート管、更生管 管径：250mm～3,000mm 人孔径：φ900mm 以上 施工幅：300mm～310mm	166
浮上抑制対策工法	過剰間隙水		液状化に伴う過剰間隙水をマンホール内に排水	—
			液状化に伴う過剰間隙水をマンホール内に排水	—
	載荷抑制版		円形の浮上抑制ブロックをマンホール外側に設置	—
			マンホール本体及び付加した重量体によって抑制	—

※公益社団法人日本下水道管路管理業協会発行『マンホールの改築及び修繕に関する設計・施工の手引き(案)』より引用。

施工事例

大口径管渠の目地部

大口径 管渠 からの 浸入水 が
 “鍾乳石”になり 固まった状態



施工前



施工後

ボックスカルバートの目地部

矩形渠 目地部 からの 浸入水



施工前



施工後

管口

マンホール内 管口 からの 浸入水



施工前



施工後

共同溝の管口及び溝内

クラック からの 浸入水



施工前



施工後

高湿潤環境下での施工が可能であり、強い接着力も有しているため、
 従来工法に比べ長期的に止水効果を保持することが可能です。

馬蹄渠の目地部

馬蹄渠 目地部 からの 浸入水



施工前



施工後

マンホールの目地部

マンホール 目地 からの 浸入水



施工前



施工後

内水圧試験(0.6MPa)

外水圧試験(0.2MPa)

炭素繊維を活用することにより、上記以上の性能がさらに向上します。

■内水圧試験



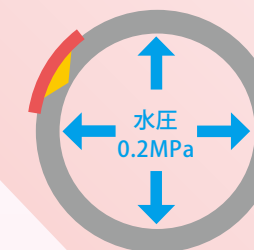
耐水圧試験(接着補強型止水工)



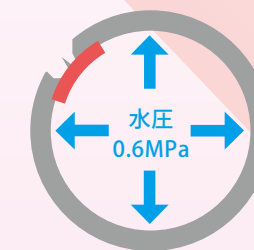
0.4MPa



0.6MPa



外水圧



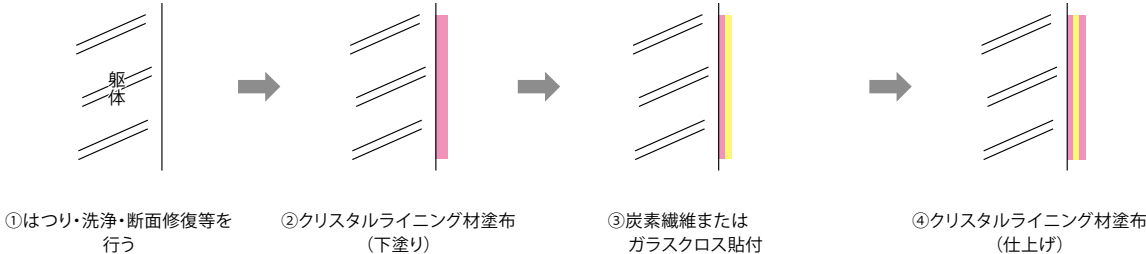
内水圧

Crystal Lining #3

補強工

補強工は、クリスタルライニング材を塗布した後、炭素繊維またはガラスクロス（補強繊維シート）を貼り付け、その上に再びクリスタルライニング材を塗布して仕上げるクリスタルライニング工法の施工方法のひとつです。

施工手順



炭素繊維やガラスクロスとの組み合わせで、**防食と同時に構造補強（無筋構造物等のひび割れ拘束効果・錆鉄筋部位の構造補強・耐震補強等）**が可能です。

炭素繊維による補強工事

炭素繊維を使用した強度は、1㎡当たりの鉄筋換算値としては、1層当たり D10@200（縦横分）に相当します。

炭素繊維と組み合わせたコンクリート曲げ試験

■コンクリートのみ （材令28日）

供試体	①	②	③	平均値
荷重値 (KN)	17.30	18.20	17.20	
曲げ強度 (N/mm)	5.19	5.48	5.16	5.3
備考				

載荷後、ひび割れが発生しても破断しない。

■炭素繊維補強

コンクリート+クリスタルライニング材+炭素繊維（施工後7日）

供試体	①	②	③	平均値
荷重値 (KN)	30.90	35.60	37.60	
曲げ強度 (N/mm)	9.27	10.70	11.30	10.4
備考	載荷途中で中断 (ひび割れが発生)			

さらに荷重をかけ続けると②、③のように破断（母材破断）。

BOXカルバート天井 補強ライニング事例(炭素繊維1層)・・・腐食した断面分の鉄筋量を補う



施工前



施工中



施工後

ガラスクロスによる補強工事

製管工法の断面変化部 補強ライニング事例(ガラスクロス3層)・・・FRPハンドレイアップ同等



施工前



施工後

■クリスタルライニング内面補修工法の性能試験（管きょ内面での検討事例）

※ CF:炭素繊維 R:ロービングクロス

使用基材		クリスタルライニング材+ 繊維構成:炭素繊維×3層	クリスタルライニング材+ 繊維構成:CF+R+CF+R+CF 計5層	クリスタルライニング材+ 繊維構成:ガラスクロス×3層	
試験項目	単位	測定値	測定値	測定値	試験方法
引張強さ	MPa	169.1	163.3	84.2	JIS-K-7054
引張弾性率	GPa	12.5	16.9	10.8	JIS-K-7054
曲げ強さ	MPa	139.2	207.4	122.9	JIS-K-7171
曲げ弾性率	GPa	7.0	13.0	7.6	JIS-K-7171

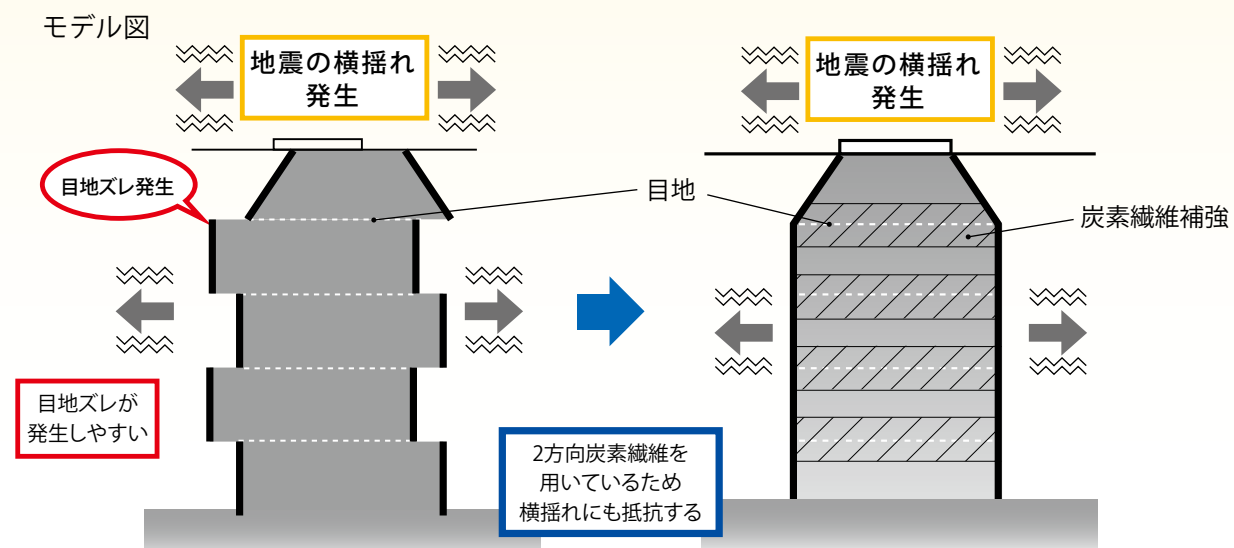
炭素繊維を下水道施設に採用できたクリスタルライニング工法の技術

『炭素繊維』は、軽量で強度に優れた先端機能材料といわれ、「航空・宇宙航空機分野」「環境・エネルギー分野」「医療分野」など、多方面で幅広く使用されています。
「建築・土木分野」においても、橋梁などのコンクリート構造物に貼り付け、耐久性の強化や耐震補強の目的で、多く使用されています。

『炭素繊維』は、橋梁等のコンクリート構造物には早くから使用されてきましたが、下水道施設等の湿度の高い場所では、炭素繊維を貼り付けるための樹脂が、高湿度環境下では硬化養生できないという問題がありました（マンホール内は蓋を閉めると湿度85%以上になってしまう）。
しかし、「**高湿度環境下での硬化養生が可能**」という特性を持つ樹脂として、『クリスタルライニング材』が登場し、炭素繊維を使用した補強工法が開発されました。

こうして、下水道施設等の分野にも、高性能な『炭素繊維』を活用できるようになりました。

炭素繊維との組み合わせで行う「マンホール目地ずれ防止補強」では、地震に強い実績を持ち、減災効果に寄与しながらコスト削減を図ります。



2011年3月11日 東日本大震災 M9.0 (最大震度7)
2011年4月7日 宮城県沖地震 M7.1 (最大震度6強)

施工箇所に異常なし

液状化地域の追跡調査 1号人孔(ガラスクロス補強工法) (千葉県内)



2007年施工



2011年3月調査

震災後調査

※管内から液状化の砂が噴き出た形跡あり…クリスタルライニングには異常がなかった。

追跡調査 2008年施工 2012年4月調査 (宮城県内)



クリスタルライニング材下塗り

炭素繊維貼付補強

クリスタルライニング材上塗り

施工完了



現場打ち無筋マンホール繊維補強ライニングの基本作業フロー (ひび割れ拘束…炭素繊維1層)

Crystal Lining #4

マンホール耐震補強工

耐震補強システム(耐震計算)と炭素繊維(耐震補強)で、
無筋マンホール(主として円形)の耐震補強に対応する
クリスタルライニング工法の施工方法のひとつです。

レベル1地震動

レベル2地震動

コスト大幅削減

防食工法(塗布型)
と併用も可

「下水道施設の耐震対策指針と解説2014年版(日本下水道協会)」に準拠しています。

耐震計算の流れ

現況調査や既存資料調査により構造寸法や
劣化状態、土質条件を把握する。

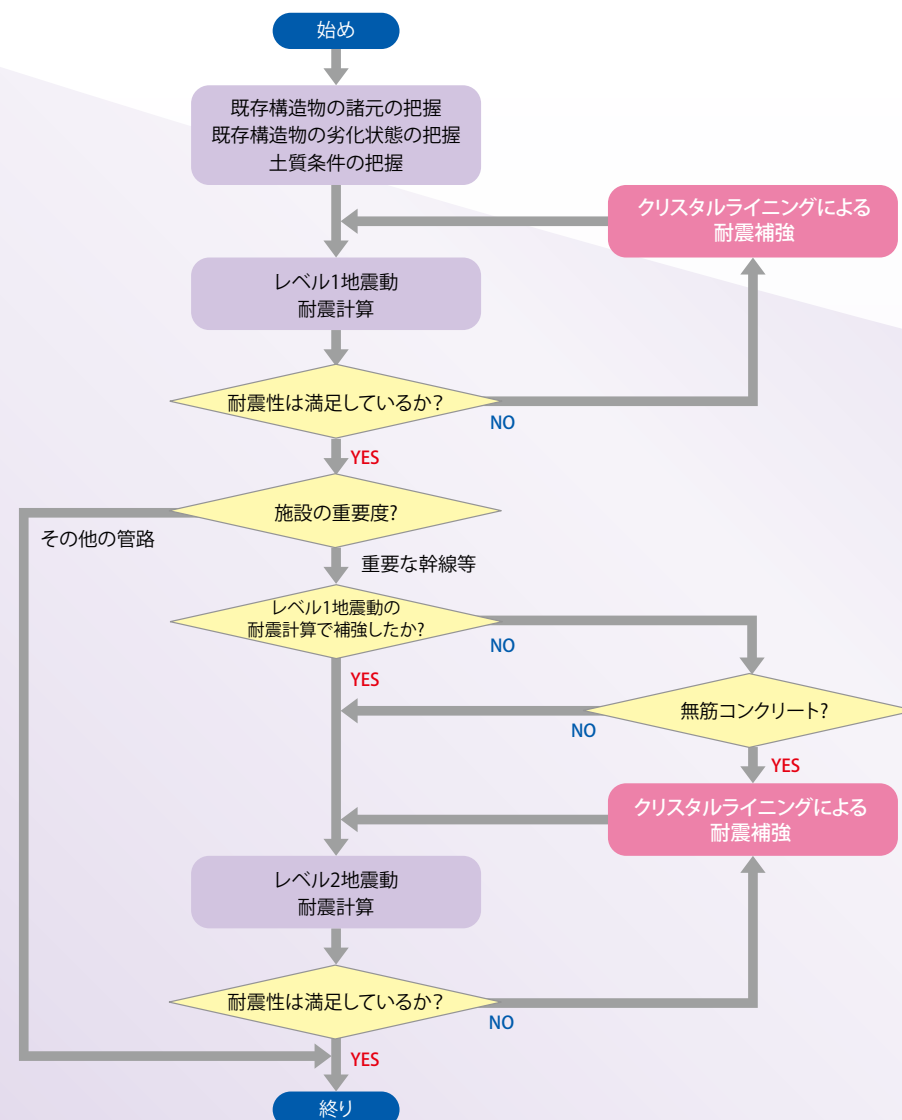
- シュミットハンマーによる
コンクリートの圧縮強度
- コアを採取し、コンクリート圧縮強度試験による
コンクリートの圧縮強度
- 鉄筋腐食調査により
鉄筋の腐食状態を把握
- 目視調査によりマンホールの破損、
クラック、腐食、目地ずれの把握



シュミットハンマー



コンクリート圧縮強度試験



マンホール耐震補強ライニングの実例



施工前



施工中



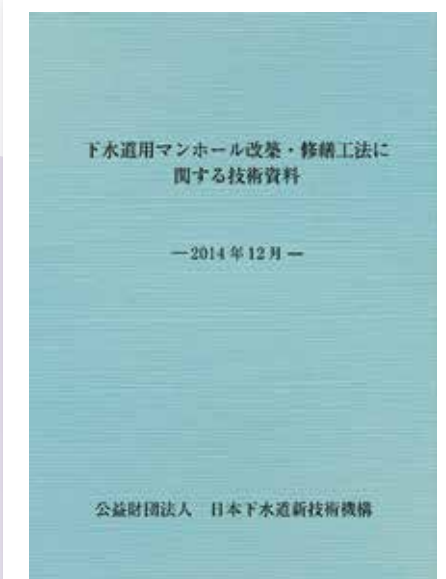
施工後

施工の基本的な手順は、
炭素繊維による補強工法と同じです

クリスタルライニング工法が掲載されている マンホールの改築及び修繕に関する手引き・技術資料



(公社)日本下水道管路管理業協会
修繕・改築委員会 マンホール分科会



(公財)日本下水道新技術機構
ならびに13社による共同研究

クリスタルライニング材 性能試験データ

1

一般物性データ(材令7日)

2

水道用コンクリート水槽内面エポキシ樹脂塗料塗装方法
(クリスタルライニングA剤・B剤)

3

コンクリート保護材の品質規格及び試験方法(東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理基準)

4

凍結融解試験結果

5

粗度係数測定試験結果

※公的検査機関にての試験結果

1 試験項目		材料名	クリスタルライニング材					比較及び備考	
			樹脂のみ	モルタルに 3.0mm塗布	モルタルに 5.0mm塗布	3.0mm+ クロス1プライ	5.0mm+ クロス3プライ		
引張 ASTMC109	荷重(kgf)		1107	649	1020	723	1440	モルタル	249
	強度(kgf/cm ²)		172	101	158	112	223		39
曲げ JISR5201	荷重(kgf)		1590	815	864	1110	2700	モルタル	450
	強度(kgf/cm ²)		372	191	202	260	632		105
圧縮 JISR5201	荷重(kgf)		1016	826	862	1020	1130	モルタル	957
	強度(kgf/cm ²)		635	516	539	637	706		598
剪断 2面 JCI	荷重(kgf)		7540	3060	4460	4220	7880	モルタル	3440
	強度(kgf/cm ²)		236	96	139	132	246		108
可使時間		(分)	A・B剤混合		26			-	
			A・B・C剤混合		36				
密度 液体固体 Z8804			A・B・C剤混合		1.71			-	
			A・B剤混合		1.30				
			A剤液状		1.23				
			B剤液状		1.30				
硬度 JISK6301		(D)	A・B・C剤硬化物		86			ガラス・銅板 100 ウレタン 50～60	
弾性率		(N/mm ²)	引張(樹脂)		18600			モルタル 62200	
			圧縮(樹脂)		7710			モルタル 27000	
接着 A6203 N/ モルタル板		(kgf/cm ²)	A・B・C剤硬化物 標準		6.1(62)			下地破断	
			A・B・C剤硬化物 湿潤		4.4(45)			下地・試料剥離	
摩耗 K7205 オルゼン(3,000回)			厚さ(mm)		1.86			一般モルタル 1000回転 16.5g	
			質量(g)		12.5				
すべり A1407 スレート下地			A・B・C剤硬化物 乾燥		0.18			0.3以上 (滑らない)	
			A・B・C剤硬化物 湿潤		0.16				
衝撃 (2,000g・1.5m) JISA1408			異常なし					-	

※4cm×4cm×16cmモルタルにクリスタルライニング材を3mm、5mm(およびガラスクロス含浸したものも含む)塗布した供試体の強度は参考値です。

2	試験項目	試験結果
	JWWA K143-2004	合格

※トップコートA剤・B剤は水道用として使用できません。

3	試験項目	試験結果
	A種 梁(縦梁・横梁)	合格
	C種 はねだしスラブ	

4 試験項目	番号	外観観察結果											
		50サイクル終了後		100サイクル終了後		150サイクル終了後		200サイクル終了後		250サイクル終了後		300サイクル終了後	
基準モルタル	1 2 3	3体とも変化なし		3体とも変化なし		3体とも変化なし		No.2及びNo.3の端部が一部欠落した		3体とも打設面の表層部が著しく劣化した		劣化が著しく進行しNo.2及びNo.3は中央部で破断した	
クリスタルライニング材 (t=3.0mm)	1 2 3	3体とも変化なし		3体とも変化なし		3体とも変化なし		3体とも変化なし		3体とも変化なし		3体とも変化なし	
試験項目		質量変化率%						相対動弾力係数%					
		50 サイクル	100 サイクル	150 サイクル	200 サイクル	250 サイクル	300 サイクル	50 サイクル	100 サイクル	150 サイクル	200 サイクル	250 サイクル	300 サイクル
基準モルタル	平均	-0.1	-0.1	+0.4	-0.6	-14.7	-35.5	101	96	77	50	37	-
クリスタルライニング材 (t=3.0mm)	平均	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0	100	101	100	101	102	101

内径=106.3mm

5	摩擦損失水頭 Δh(cm)	1.10	1.50	1.90	2.30	2.80	3.05	3.60	4.75	6.20	7.50	9.30
	水量 Q(m ³ /s)	0.00528	0.00626	0.00718	0.00795	0.00905	0.00973	0.01061	0.01232	0.01431	0.01588	0.01781
	流速 v(m/s)	0.5947	0.7051	0.8088	0.8963	1.0199	1.0964	1.1953	1.3883	1.6124	1.7889	2.0063
	水温 (℃)	19	19	19	19	16	19	19	19	19	19	19
	レイノルズ数 Re	6.096E+04	7.227E+04	8.290E+04	9.188E+04	9.688E+04	1.124E+05	1.225E+05	1.423E+05	1.653E+05	1.834E+05	2.057E+05
	摩擦損失係数 f	0.026	0.025	0.024	0.024	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.019
	粗度係数 n	0.0099	0.0098	0.0096	0.0095	0.0092	0.0090	0.0089	0.0088	0.0087	0.0086	0.0086

マニングの式を用いて粗度係数を測定した結果、通常の流速範囲において、ほぼ、n=0.010以下という値をえられた。

クリスタルライニング工法協会

- 本部事務局 〒467-0806 名古屋市瑞穂区瑞穂通8丁目9-1
〔東洋化工機株式会社 内〕
TEL.(052)918-2555 FAX.(052)918-2556
URL <https://www.crystal-l.com>
- 東京事務局 〒111-0053 東京都台東区浅草橋5丁目1-34
〔株式会社ティーテック 内〕
TEL.(03)5820-0708 FAX.(03)3863-7704



〔材料製造・販売元〕 東洋化工機株式会社

お問い合わせは…

再生紙を使用しています。