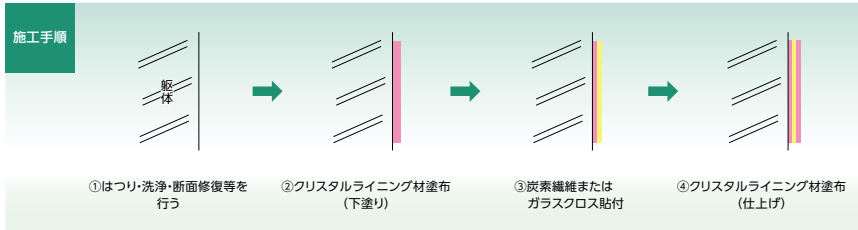


補強工法

補強工法は、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工法です。



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。

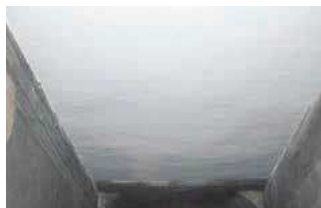
■炭素繊維補強

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



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



■クリスタルライニング内面補修工法の性能試験(管きよ内面での検討事例)

※ CF:炭素繊維 R:ロービングクロス

使用基材	単位	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	試験方法
		測定値	測定値	測定値	
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

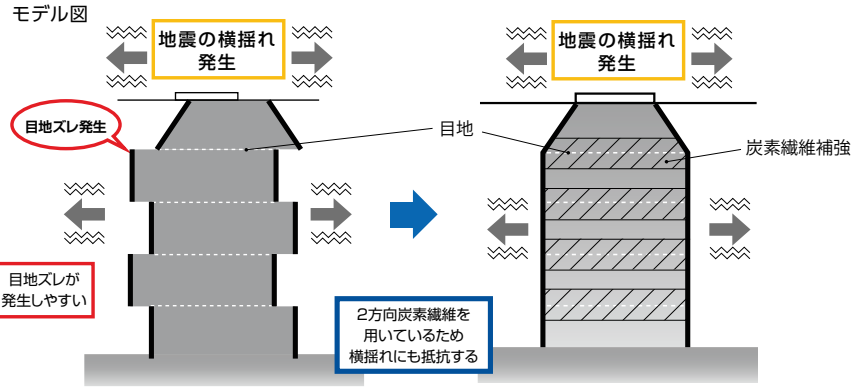
炭素繊維を下水道施設に採用できたクリスタルライニング工法の技術

『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。

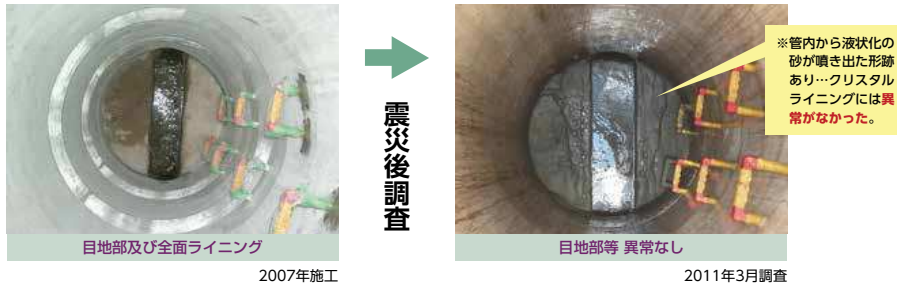


地震に強い補強工法の実例

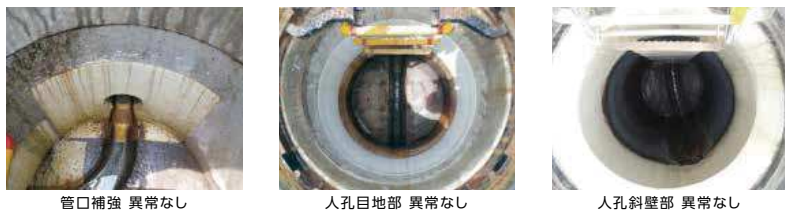
2011年3月11日 東日本大震災 M9.0 (最大震度7)
 2011年4月7日 宮城県沖地震 M7.1 (最大震度6強)

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)



追跡調査 2008年施工 2012年4月調査 (宮城県内)



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)

