

下水道施設コンクリート構造物の 防食被覆工法

PSライニング工法 [塗付型ライニング工法]

PSシート工法 [シートライニング工法]

下水道施設の防食と アセットマネジメント

下水道施設は腐食劣化が進行しています

下水道施設は、国民の快適な生活を守ります。この大切な資産が、下水に含まれている硫化物の生化学反応により、年々腐食し、劣化しています。



■下水道施設コンクリートの劣化
供用24年でかぶりコンクリートが12cm欠落し、鉄筋が切れている状態

この対策として防食工事が実施されてきましたが、これまで上位と考えられていた幾つかの防食被覆材料も、使命を全うすることなく、再劣化に至るような厳しい腐食環境と言えます。



■エポキシ樹脂の再劣化状況
施工後5年経過

下水道施設を腐食劣化から守ります

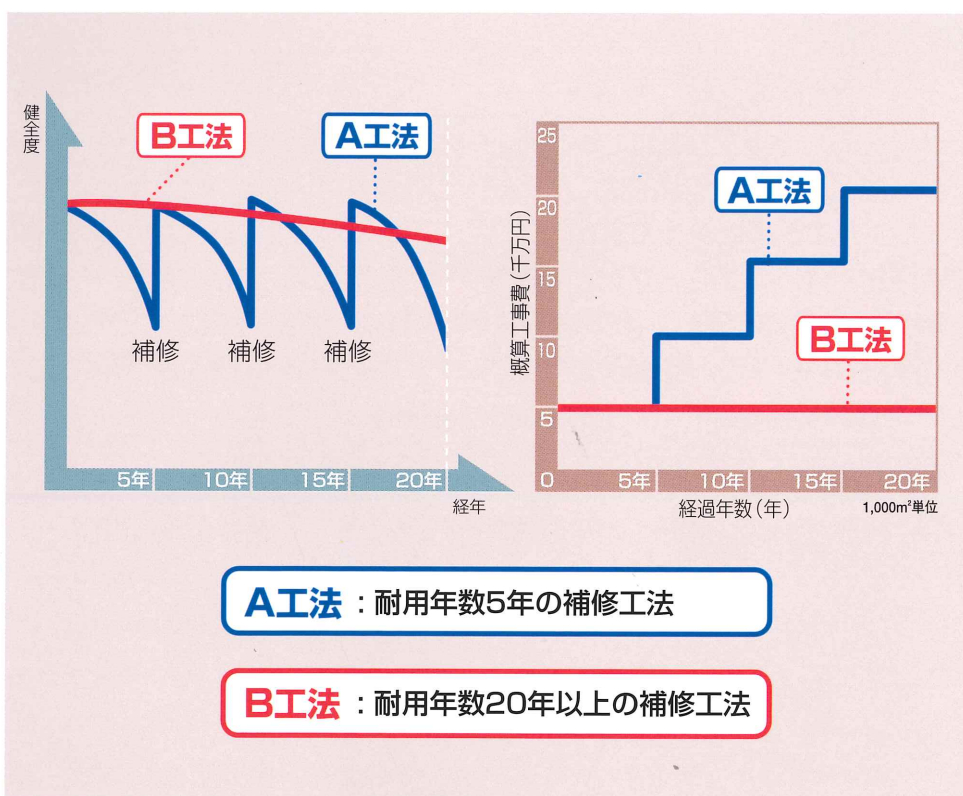
PSライニング工法・PSシート工法は日本下水道事業団『下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル』で定められたD種(塗布型ライニング工法・シートライニング工法)の品質規格に適合しています。また、PSライニング工法は、日本下水道事業団との共同研究(平成5年～8年)

の成果のひとつとして生まれた防食被覆工法です。耐酸性・耐久性に優れているこれらの防食被覆工法を施すことによって、ライフサイクルコストを削減するとともに、良好な資産として下水道施設を次の世代に引き継ぐことができます。

ライフサイクルコストの低減

施設をライフサイクルでとらえ、資産として経済的、総合的に管理することがアセットマネジメントの基本的な概念とされています。

経済的で効率的な対策を施し、施設を延命化して機能を長期にわたって保持することがライフサイクルコスト低減の基本です。

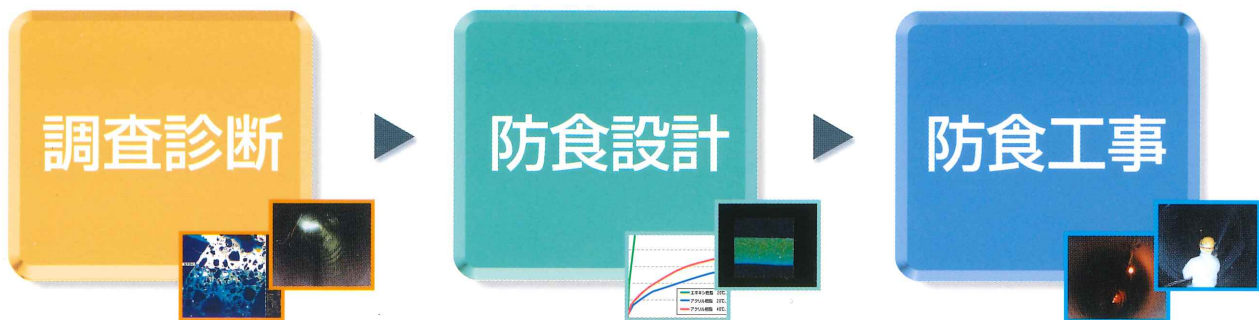


アセットマネジメント

これまでの維持管理の取り組みは、劣化が顕著に現れている箇所に対して、対症的に修繕を行うのが一般的でした。したがって、その予算配分も過去の実績に基づく硬直的なものでした。今後の維持管理は、構造物を資産としてとらえ、その機能を維持するために、限られた予算を有

効に活用して、いつ、どこで、どのような対策を行うのが効率的であるかを中長期的な観点に立って試算する時代へと移行しています。これによって、更新時期の平準化、補修・更新費用の最小化等を図ることができるようになります。

調査診断から防食工事までの流れ①



調査診断

適切な防食工事を行うに当たっては、現況施設の劣化状況や腐食環境を正確に調査し、その結果からの的確な判断をする必要があります。

日本下水道事業団では、補修に先立って実施する調査診断業務については、3年以上の実務経験を有する専門技術者が行うことを義務付けています。更に、その調査診断結果については、コンクリート診断士又はコンクリート診断士と同等

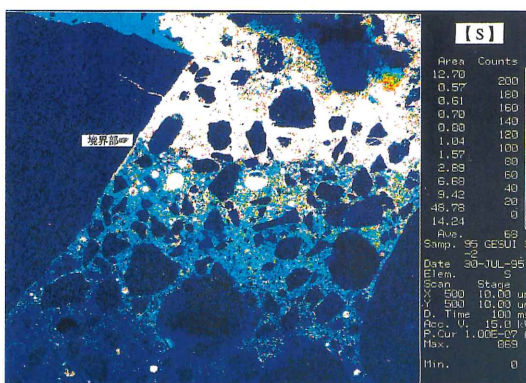
以上の技術力を有する者が内容を精査することも義務付けています。

下水道防食協会では、下水道施設のコンクリート劣化を熟知した専門技術者やコンクリート診断士が調査診断業務を行っています。

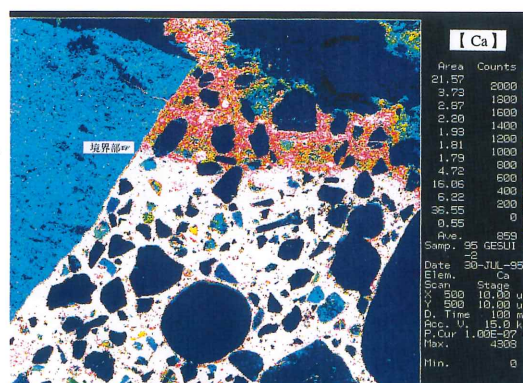
また、EPMA (電子線マイクロアナライザー) を駆使してコンクリートの劣化部分の解析を行っております。



- 劣化状況の把握
(劣化範囲、劣化深さ：現況調査)
- 施工環境の把握、期待耐用年数の把握
- 腐食環境条件の把握
(水質分析、硫化水素濃度測定等)
- 劣化深さの精査
(EPMAによる硫黄浸透深さの測定)
- 補修・補強要否の判定
- 腐食環境条件の判定



■ EPMAで調べた下水道コンクリートの硫黄の分析結果の例



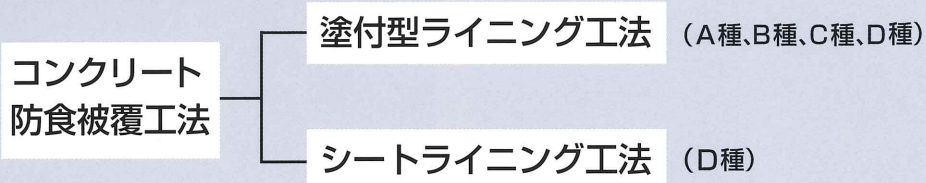
■ EPMAで調べた下水道コンクリートのカルシウムの分析結果の例

■ 防食設計

防食設計においては、調査診断結果をもとに、腐食環境条件や施工条件を考慮して最適な工法を選定する必要があります。また、維持管理の

難易度や期待耐用年数、ライフサイクルコストも十分に考慮して選定する必要があります。

◎コンクリートの防食被覆工法には、大きく分類すると2種類の工法があります。



また、日本下水道事業団では、硫化水素濃度と維持管理の難易度を指標として腐食環境分類(I₁~III₂類)しています。さらに、その腐食環境分類に対応する防食被覆工法(A種、B種、C種、D種)も規定しています。

H ₂ Sガス濃度 ↑	易	難
	50ppm	I ₁ 種 (D種)
10ppm	II ₁ 種 (C種)	II ₂ 種 (D種)
0ppm	III ₁ 種 (B種)	III ₂ 種 (C種)

点検・補修・改築時の難易



■PSライニング施工前の状況。
タールエポキシ樹脂が著しく劣化(経過7年)



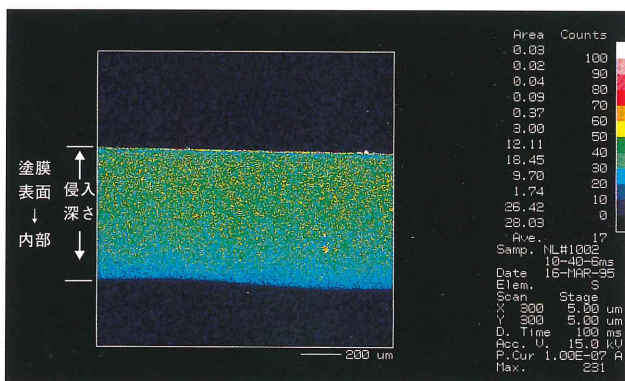
■左写真の劣化部分を撤去し、PSライニングを施工して6年経過後の状況。同じ腐食環境でも、耐久年数が格段に長いことが判ります。

調査診断から防食工事までの流れ②

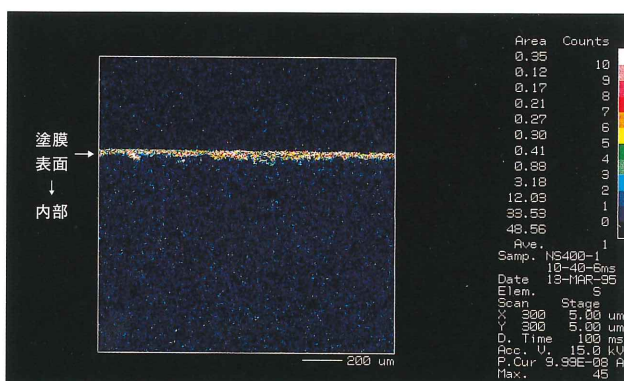
■ 防食被覆材の耐酸性および耐久性は、その材質によって大きく異なります

防食被覆材の耐酸性や耐久性は、その材質により大きく異なります。最終的な工法の選定においては、耐酸性に優れた材質の工法を選定することが、ライフサイクルコストの低減に大きく寄与します。

アクリル樹脂を主成分としたPSライニング工法は、従来のエポキシ樹脂系防食被覆材に比べて、格段の耐酸性や耐久性を有していることがEPMA分析により確認されています。



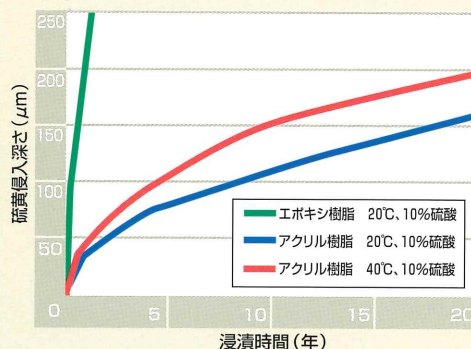
■ エポキシ樹脂のEPMA分析結果 (40℃、10%硫酸、6ヶ月浸漬)



■ アクリル樹脂のEPMA分析結果 (40℃、10%硫酸、6ヶ月浸漬)

日本下水道事業団との共同研究の成果

EPMAの分析結果に基づいてエポキシ樹脂とアクリル樹脂の20年侵入予測を行った結果から、エポキシ樹脂は20℃環境で、1年以内に200μm以上侵入しているのに対して、アクリル樹脂は20年経過後も侵入が表層のみに止まっていることがわかりました。(アクリル樹脂の設計塗膜は、D種1,500μmです)【材料提供/ショーボンドマテリアル(株)】

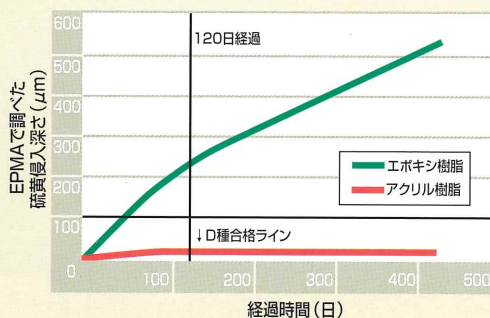


指針に基づいて測定した事例

10%硫酸に浸漬した後の塗料への硫酸の侵入状況をEPMAで調べました(両者とも旧指針のD種適合品)。

新指針では120日浸漬後の硫黄侵入深さがD種、100μm以下となりました。

【材料提供/ショーボンドマテリアル(株)】



■ 防食工事

耐酸性や耐久性に優れた材料や工法を使用しても、下水道施設やコンクリート劣化のメカニズム、使用する材料ならびに防食工事全般の専門

的な知識に精通した経験豊かな技術者が品質管理や施工管理を行わないと、良質で耐久性のある防食工事は達成できません。



■ピンホールが原因で再劣化が起こった事例



■耐酸性に優れたビニルエステル樹脂を使用しても、再劣化の起こった事例。5年経過(湿潤面接着性が低いのに加えて、出隅の処理が悪い)

（下水道防食協会では、建設業法で定められた施工管理技士の資格を保有し、かつ、日本下水道事業団の指針にのっとり、協会が認定した専門技術者(防食被覆工監理者)を配置して、良質な防食工事を提供しております。



■PSライニング工法5年経過(変状なし)

PSライニング工法[塗付型ライニング工法]

■特長

- 1 「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指針・同マニュアル」で定められたC種、D種の品質規格に適合します。
- 2 卓越した耐酸性を有しています。
- 3 特殊吹付けシステムを採用し、短時間施工と省力化が可能です。
- 4 防食性能の発現が早く、施設を短時間で供用できます。
- 5 湿潤状態のコンクリートとの接着性に優れており、かつ、高湿度の環境でも硬化物性能が変化しません。
- 6 低臭化が図られており、密閉空間でも安全に施工ができます。

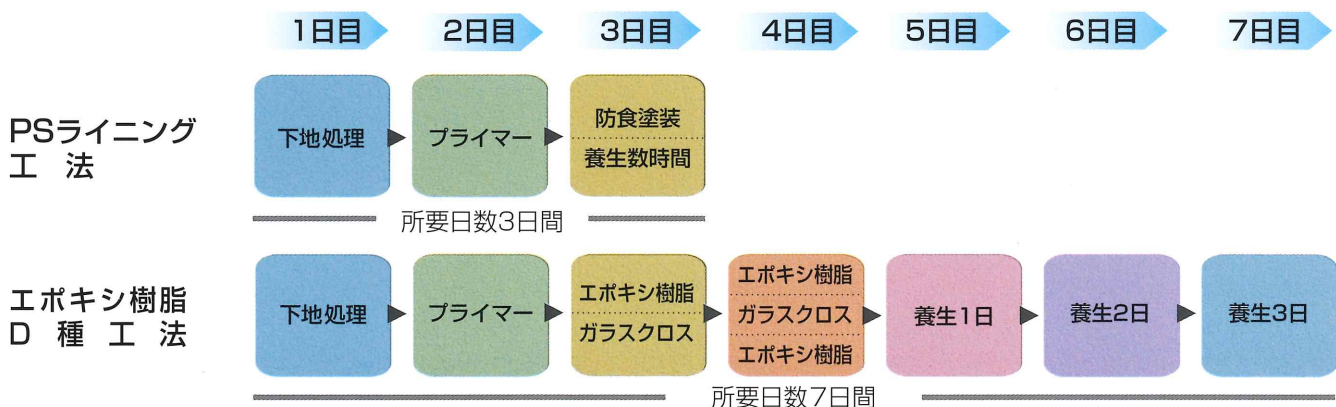
■工法の基本仕様

工程	用途		材料名	製品名	目標膜厚	標準使用量 (kg/m ²)	塗装方法	塗装間隔 (20℃)
下地処理工*	大断面	断面修復	繊維入り特殊セメントモルタル	—	—	下地による	機械吹付・コテ	1~7日間
			表面処理材	NS-01	—	0.1	機械噴霧	1~3日間
	小断面	素地調整	エポキシ樹脂系ポリマーセメントモルタル	NSモルタル	—	下地による	機械吹付・コテ	1~7日間
プライマー工	プライマー		1液型ポリウレタン樹脂	NSUプライマー	—	0.15	ハケ・ローラー	1~24時間
防食被覆工	C種		アクリロイル変性アクリル樹脂	NS-400	1.0mm	1.7	機械吹付・コテ	—
	D種				1.5mm	2.5		

*劣化断面の厚みによって、断面修復と素地調整を使い分けます。
素地調整は、新設時または劣化断面の小さい場合のみ施工し、断面修復施工時には行いません。

■急速施工に対応

PSライニング工法は、1回の吹付け塗装で、所定の防食塗膜を形成することができ、施工後数時間で施設を供用できます。



■ PSライニング工法の施工手順〈補修時〉



① 施工前



⑤ 表面処理 (NS-01の塗布)



② 下地処理工



⑥ プライマー塗布状況 (NSUプライマー)



③ 断面修復工



⑦ NS-400の吹付



④ 断面修復完了



⑧ 完成

PSシート工法[シートライニング工法]

■特長

1 耐薬品性に優れた成型板

耐酸性や耐アルカリ性に優れ、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指針・同マニュアル」で定められたD種の品質規格に適合します。

2 施工性の追求

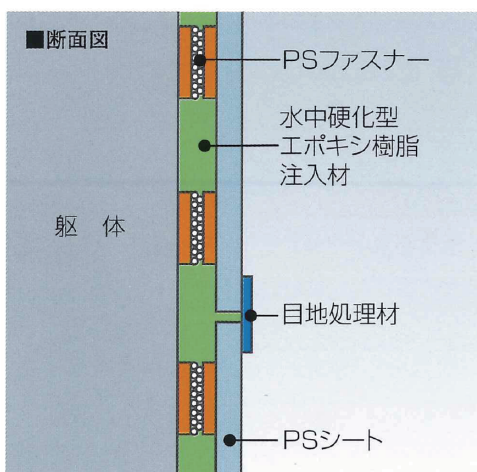
PSファスナーを使用することにより、アンカーボルトや支保工が不要です。

3 安定した品質を確保

工場製作された成型板のため、安定した品質が確保できます。また、下地が湿潤状態でも水中硬化型エポキシ樹脂注入材を使用することにより、施工できます。

4 断面形状に対する自在性

矩形面や直径1.2m以上の円形形状(管渠・人孔)に対応でき、部分施工も可能です。



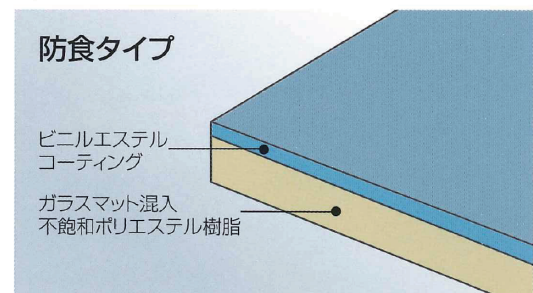
審査証明第0601号

* (財)下水道新技術推進機構より建設技術審査証明書が交付されました。

■材質・種類

PSシートの材質：ガラス繊維補強不飽和ポリエステル板にビニルエステル樹脂コーティングを施してあります。

PSシートの種類：防食を目的とした防食タイプと炭素繊維シートを布設した防食・補強タイプの2種類があります。



タイプ	材質・仕様	標準厚mm
防食タイプ	・ビニルエステルコーティング (100 μm) ・ガラスマット混入不飽和ポリエステル樹脂	4.0

■ PSシート工法の施工手順〈補修時〉

1 表面処理

超高圧水・ディスクサンダーで、コンクリート表面の汚れや脆弱部を除去し、断面修復材で素地を平滑に仕上げます。

2 PSファスナーの設置

PSファスナーをPSシートの接着面およびコンクリート面に取付けます。

3 PSシートの取付け

PSシートをコンクリート面に仮固定します。

4 シール

PSシートの取付け完了後、周囲をシールし、注入パイプとエア抜きパイプを同時に設置します。

5 注 入

水中硬化型エポキシ樹脂注入材を注入します。

6 養 生

注入材の硬化養生を行います。

7 仕 上 げ

注入パイプとエア抜きパイプを除去後、PSシート表面とシール面の仕上げを行います。

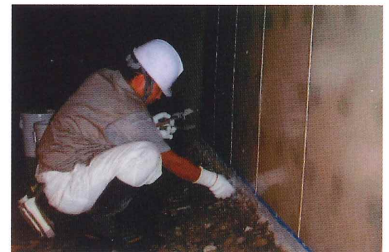
8 完 成



▲ PSファスナーの設置



▲ PSシートの取付け



▲ シール



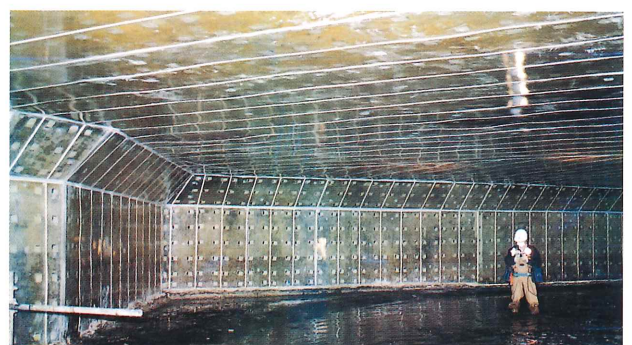
▲ 注入



▲ 完成



■ 施工前



■ 施工完了

下水道防食協会会員

幹事会員 ショーボンド建設株式会社
株式会社ニューテック康和
化工建設株式会社

賛助会員 ショーボンドマテリアル株式会社

支部	北海道支部	TEL. 011 (815) 5421
	東北支部	TEL. 022 (390) 7981
	関東支部	TEL. 03 (3649) 2848
	新潟県支部	TEL. 025 (272) 1062
	中部支部	TEL. 052 (671) 3117
	北陸支部	TEL. 076 (240) 6940
	関西支部	TEL. 06 (6965) 4840
	中国支部	TEL. 082 (921) 2858
	四国支部	TEL. 087 (866) 0252
	九州・沖縄支部	TEL. 092 (451) 6006

下水道防食協会 事務局

〒136-0076 東京都江東区南砂 2-2-17

TEL.03(5677)3050

FAX.03(5677)3051

<http://www.psa-net.gr.jp/>
