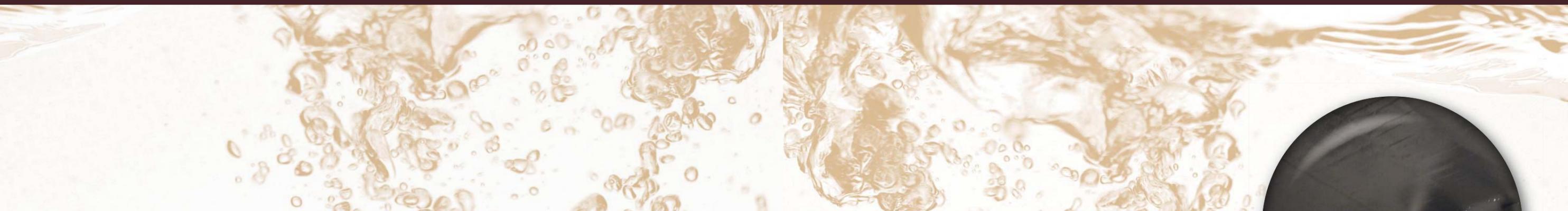


下水道処理施設用 防食ライニング工法



ポリウレア樹脂スプレーライニング
レジテクトBT工法



株式会社 ダイフレックス

〒163-0825
東京都新宿区西新宿2-4-1 新宿NSビル25F 私書箱第6086号

本社土木チーム / TEL. 03-5381-0666 FAX. 03-5381-0670
大阪支店 / TEL. 06-6292-0533 FAX. 06-6292-0522
名古屋支店 / TEL. 052-735-3991 FAX. 052-735-3992
札幌営業所 / TEL. 011-804-8050 FAX. 011-804-8061
仙台営業所 / TEL. 022-207-5010 FAX. 022-207-5011
新潟営業所 / TEL. 025-365-3010 FAX. 025-365-3011
金沢営業所 / TEL. 076-290-7408 FAX. 076-290-7410
福岡営業所 / TEL. 092-432-9220 FAX. 092-432-9221

ISO 9001 認証取得
登録番号 JQA-QM5412
つくば工場
【防食材の製造】
長野グループ
【防食材の設計・提供】
技術サービスチーム
【防食材の設計・提供】
浮島工場 シート製造課
【防食材の製造】

ISO 14001 認証取得
登録番号 JQA-EM3204
つくば工場
【ウレタン防食材の製造】

下水道処理施設用防食ライニング工法

Contents

- 下水道防食の基礎 1-2
- 塗布型ライニング工法の種類と特長 3-4
- 工法紹介 5-8
 - ポリウレタ樹脂スプレーライニング
 - レジテクトBT工法 C・D種
- 各種試験結果報告書・資料 9・10

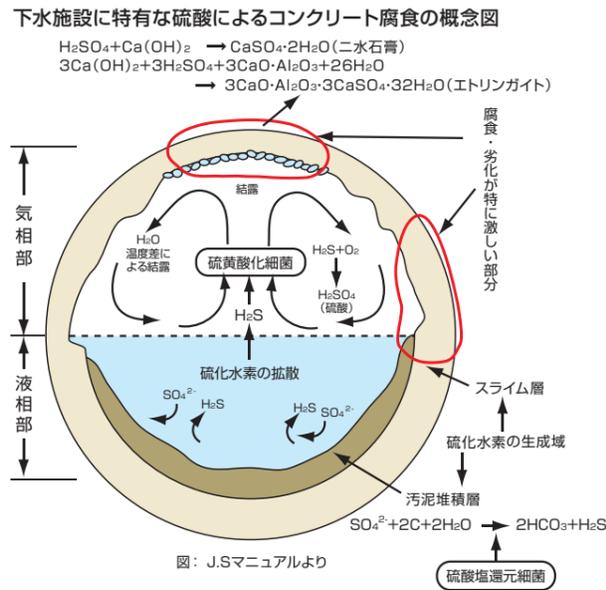
コンクリート構造物は一般的に「中性化」「塩害」等により劣化が進みますが、主に下水道施設のようなコンクリート構造物は下水から発生する「硫化水素」による腐食が原因で劣化が激しく進みます。ダイフレックスグループの下水道施設防食ライニングシリーズはコンクリート表面を様々な樹脂で被覆し、コンクリートの腐食を防止するシステムです。

日本下水道事業団で作成している「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（平成29年9月版）〔以下J.Sマニュアル〕」に対応しています。

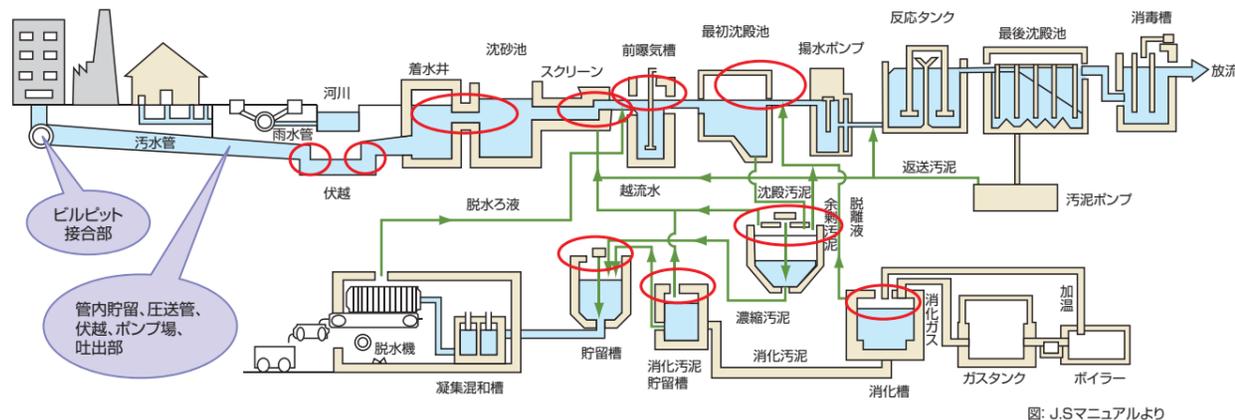


下水道施設におけるコンクリート構造物の腐食のメカニズム

- 密閉された施設内が嫌気性状態（酸素不足状態）になる。
- 下水中の硫酸塩(SO₄²⁻)が硫酸塩還元細菌により硫化水素になる。
- 硫化水素は空气中で濃縮され、コンクリートの壁面に付着する。
- 硫化水素は硫酸化細菌により酸化され、硫酸になる。
- 硫酸は壁面で更に濃縮され、コンクリート中の水酸化カルシウムと反応し、硫酸カルシウムになる。
- 硫酸カルシウムがエトリンサイトになると、膨張してコンクリートが腐食崩壊する。



下水道施設における硫化水素ガスが発生しやすい部位



下水道防食の基礎

処理場における腐食環境の分類例

覆蓋された施設名	腐食環境
1. ポンプ施設 流入マンホール、ゲート室 沈砂池・スクリーン水路、ポンプ井 着水井、分配槽、吐出井	Ⅱ類
2. 水処理施設 導水きよ 汚水調整池、雨水滯水池、雨水沈殿池 ブリアレーションタンク、最初沈殿池流入水路 最初沈殿池、返送汚泥水路、最初沈殿池流出水路、 反応タンク流入水路 付帯する施設 1) 初沈流水トラフ 2) 初沈スカムビット及びスカム水路 3) 終沈スカムビット及びスカム水路	Ⅱ類 Ⅲ類 Ⅱ類 Ⅱ類 Ⅰ類

覆蓋された施設名	腐食環境
3. 汚泥処理施設 汚泥濃縮槽、 汚泥消化槽（気相部） 汚泥消化槽（液相部） 汚泥洗浄タンク、汚泥貯留槽 脱離液、分離液ビット、受泥槽 辺流水槽、辺流水管マンホール 脱水汚泥ビット コンポスト発酵槽	Ⅱ類 Ⅳ類 Ⅰ類 Ⅲ類 Ⅱ類

※ここに示した腐食環境条件の分類例は標準的なものであり、換気や脱臭が十分行われている施設や薬品処理が行われている場合は、改善された腐食環境について別途検討する。
※ここに示した施設以外の施設についても、腐食が予測される場合には、硫化水素の発生状況や腐食状況、流入下水の特性等を検討の上、腐食環境条件を設定する。
※初期対応等により施設を暫定的に他の目的で使用する場合には、暫定目的にも対応できるように腐食環境条件を設定する。

下水道施設における設計腐食環境の概念図（硫酸によるコンクリート腐食を対象）

設計腐食環境	工法規格			
	塗布型ライニング工法	シートライニング工法	耐硫酸モルタル防食工法	モルタル防食工法
I類	D種	D種	—	—
II類	C種	D種	—	C種
III類	B種	C種	—	B種
IV類	A種	—	—	—
点検・補修・改築の難易	容易	困難	容易	困難

防食設計の判断基準（点検、補修、改築の難易）

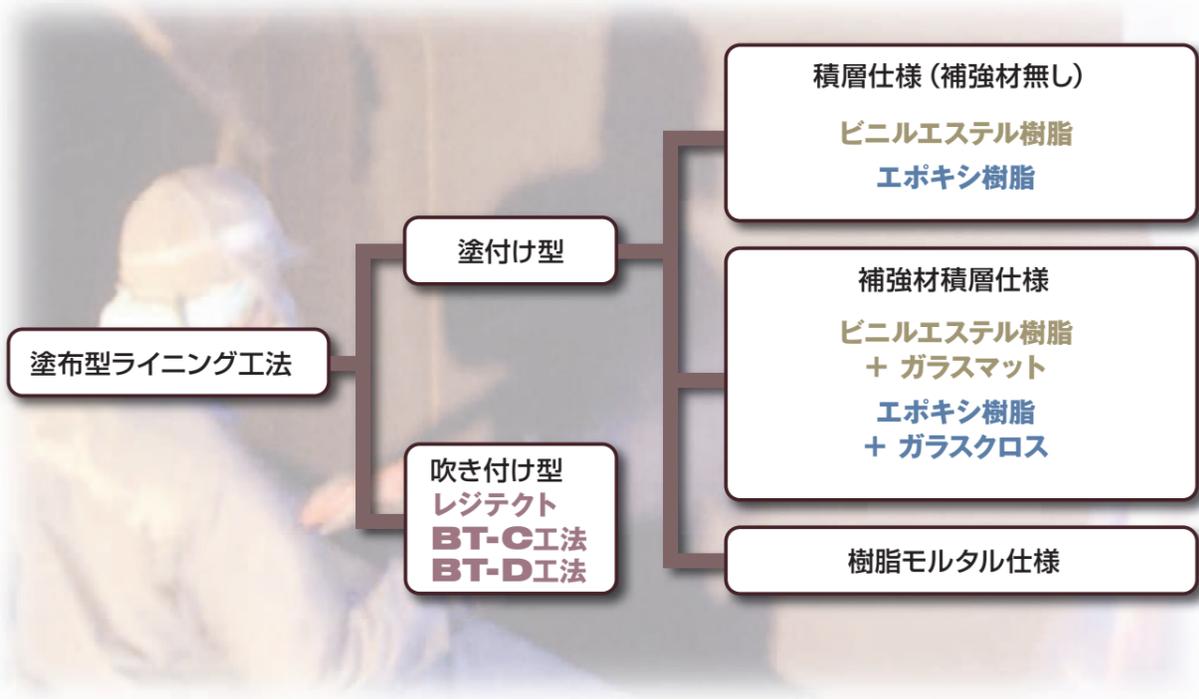
容易	困難
代替施設があり、更新時に休止できる。仮施設が建設でき、総合的に経済的である。日常点検・定期点検が可能である。	構築後、狭いため人が入りにくい。代替施設がないので休止期間を長期とれない。代替施設を建設するのが、総合的に不経済である。腐食環境の改善が困難である。日常点検・定期点検が困難である。

防食被覆工法の工程及び設計腐食環境条件と工法名の関係

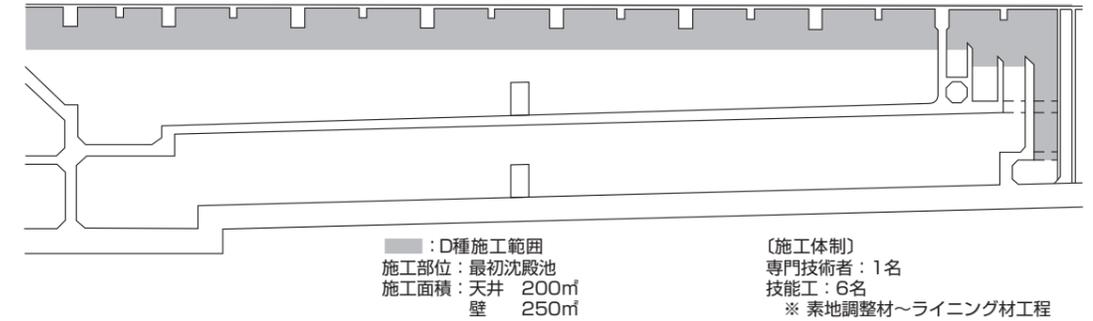
防食設計標準仕様の使用材料とプライマーまでの工程と適用工法について下記に示します。 ○：必要 ×：必要なし

工程	ポリウレタ樹脂系	ビニルエステル樹脂系	エポキシ樹脂系	
			ノンクロス	クロス
コンクリートの前処理	○	○	○	○
コンクリートの表面処理	○	○	○	○
プライマー①	×	○	×	×
素地調整材	エポキシパテ	ビニルエステルパテ	ポリマーセメントモルタル	エポキシパテ
プライマー②	×	×	○	×
設計腐食環境	下水道処理施設用防食ライニング工法			
I ₁ 類、II ₂ 類	D種	BT-D工法	—	—
II ₁ 類、III ₂ 類	C種	BT-C工法	—	—
III ₁ 類	B種	—	—	—
IV類	A種	—	—	—

塗布型ライニング工法体系図



ライニング材料の工期比較 (例)



種類 工法名	日程																																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43					
ポリウレア樹脂 レジテクトBT-D工法	■	■	■	■	■	■	■	■																																								
ビニルエステル樹脂																																																
エポキシ樹脂(ノンクロス)																																																
エポキシ樹脂(クロス)																																																

塗布型ライニング工法比較表

ライニング材料種類		ポリウレア樹脂	ビニルエステル樹脂	エポキシ樹脂
工法規格	D種	レジテクトBT-D工法	—	—
	C種	レジテクトBT-C工法	—	—
	B種	—	—	—
	A種	—	—	—
性能	接着強度 (N/㎡)	2.97 (下地破壊)	2.20 (下地破壊)	2.70 (下地破壊)
	伸び率 (%)	260~280	5.0以下	5.0以下
	耐熱性 (使用温度) (°C)	60前後	60前後	50前後
ひび割れ追従性		◎	×	×
冬期施工性		○	○	△
防食性能(耐薬性能)		○	◎	○
工期		◎	△	△
臭気		○	×	○
コスト	大規模	◎	△(臭気)	○
	小規模	△	○	◎

ひび割れ追従性比較

	ポリウレア樹脂 レジテクトBT-D工法	ビニルエステル樹脂	エポキシ樹脂(ノンクロス)	エポキシ樹脂(クロス)
追従性 (mm)	20以上	3以下	1以下	2以下
試験開始前				
破断時				

※JHS 425:2004「はく落防止の耐久性能試験方法 ひび割れ抵抗性試験」準拠

ポリウレア樹脂スプレーライニング レジテクトBT工法 C・D種

「レジテクトBT工法」は、コンクリート下地へのプライマー機能と素地調整機能を有したエポキシ樹脂パテ材「レジテクトEP-F」とスピーディーな施工を可能にしたポリウレア樹脂スプレー材「レジテクト5000」とを組合わせた下水道施設用防食ライニング工法です。

工法概要

「レジテクトEP-F」は、水蒸気透過性を有する多孔質なコンクリート下地とライニング材との接着性を長期間保持します。また、湿気とは反応しないため、密閉空間内でも水分の影響を受けず、ポリウレア樹脂スプレー材との接着力を確実に保持します。「レジテクト5000」は、スプレーガンで吹付け塗工すると1~2分で指触乾燥し、防食・防水機能をもった伸張率200%以上のシームレスな塗膜が形成されます。使用材料は、全て無溶剤で安全性に優れた製品で構成されています。



ポリウレア樹脂スプレーシステム

特長

性能

防水性、ひび割れ追従性、耐衝撃性、耐摩耗性、接着性、耐薬品性に優れた被覆層です。

施工性

スプレー施工のため、様々な形状に対して均一な厚さの被覆層が形成され、さらに狭隘部への施工も可能です。

工期

スプレー施工と瞬間硬化のため、床、壁および天井面に優れた施工性を有し、施工開始から供用開始までの時間が従来の工法に比べて極めて短く、仮設費の低減や、大幅な工期短縮が可能です。

品質

瞬時に硬化することにより、気温や湿度等の外的要因に影響されにくく所定の物性が確保できます。他工法に比べ工程数が少なく、且つ厚吹き速硬化により大幅な工期短縮が可能です。

機械施工

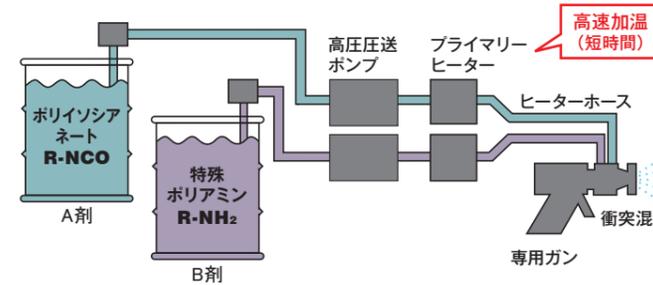
当社開発の専用吹付け機は、自動計量・圧送機と混合吹付け装置から成り、材料を定量的に施工面へ圧送し、スプレーガンにて瞬時に均一なライニング膜を形成します。

成膜

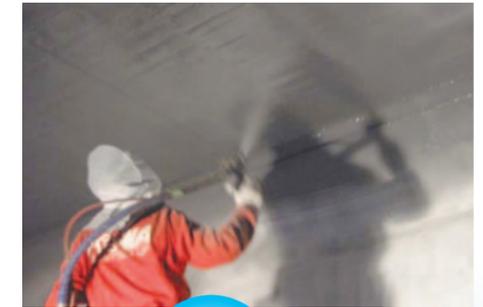
瞬時に硬化するにもかかわらず、独自の技術により反応を制御しているため、従来品に比べてピンホールの発生を防ぎ、平滑な塗膜仕上がりとなり、さらに接着性が飛躍的に向上しました。

ポリウレア樹脂スプレーシステム概要

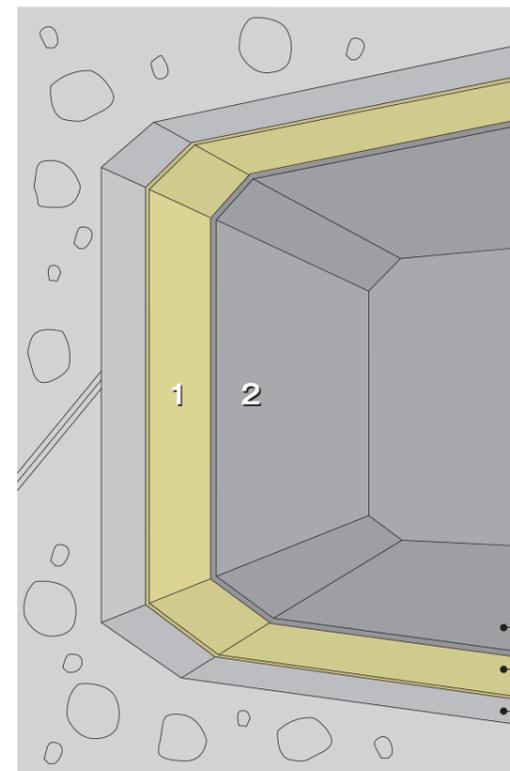
ポリイソシアネート成分(A剤)と特殊ポリアミン成分(B剤)を加温・温調しながら高圧で圧送し、専用ガンにて衝突混合させてスプレーすることで、防食・防水機能をもったポリウレア樹脂被覆層を瞬時に生成します。



※ダイフレックスグループでは、独自の教育制度によってオペレーターや吹付け技能者のレベルアップを図っています。



仕様



下水道事業団C種対応レジテクト BT-C工法

工程	材料名	使用量/m ²
1	プライマー	レジテクトEP-F 0.6~1.0kg
2	上塗り	レジテクト5000 2.1kg
施工厚		ポリウレア塗膜総厚 1.8mm以上 (硬化後厚さ)

下水道事業団D種対応レジテクト BT-D工法

工程	材料名	使用量/m ²
1	プライマー	レジテクトEP-F 0.6~1.0kg
2	上塗り	レジテクト5000 3.1kg
施工厚		ポリウレア塗膜総厚 2.7mm以上 (硬化後厚さ)

※下地処理については高圧水洗またはサンディングなどによりコンクリート表面に存在するレイトランス・ほこり・汚れなど劣化部除去し、断面修復を行う。
※数値は新設時標準のものです。形状、条件により使用量が増減することがあります。

- レジテクト5000
- レジテクトEP-F
- 下地コンクリート

改修工事施工手順

ポリウレア樹脂
スプレーライニング レジテクトBT工法 C・D種

1 準備工・仮施工 (内部初期清掃等)

施工に適した環境の確保 (汚泥引抜、スカム等の付着物の水洗清掃等) ※ 覆蓋撤去の場合は、作業者の転落防止対策厳守



2 劣化部除去工

原則として超高压水処理 (200MPa以上)
注1) 既設塗膜があり、そのことが設計図書に示されていない場合は別途監督員と協議する。



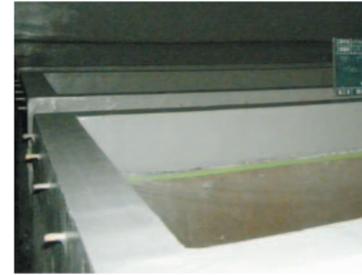
3 断面修復工

断面修復材による所定厚さまでの修復、ひび割れ等の欠陥部処理 (コテ塗布)



4 プライマー

プライマー



5 防食被覆工

防食被覆層の施工・端部処理・養生



ポリウレア樹脂スプレー施工



完工



完工

各種試験結果報告書



コンクリート防食指針の改訂の経緯

昭和62年3月	コンクリート防食塗装指針(案)作成 硫化水素ガスの発生が多いとされる施設を対象に、タールエポキシ樹脂塗料を実施。
平成3年3月	コンクリート防食指針(案)作成 A種、B種、C種、D種の腐食環境を分類して防食仕様を規定。 被覆材料としてエポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂を追加。
平成5年6月	コンクリート防食指針(案)改訂 防食被覆コンクリート躯体の前処理、表面処理、素地調整の章立てと構成の整理、 コンクリート躯体の検査項目を追記。
平成9年6月	コンクリート防食指針(案)改訂 コンクリート防食の耐久性目標年数の設定とライニング工法・シートライニング工法 の仕様の見直しによる工法の充実。
平成14年12月	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 硫酸によるコンクリート腐食・劣化の機構・現象を明示するとともに従来の仕様規定型 から性能規定型への移行を図るとともに、腐食環境の再定義と工法規格の分離。
平成19年7月	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 ① 性能照査の徹底。 ② 防食被覆工の設計・施工の明確化。 ③ 既設コンクリート構造物の補修に関する記載の充実。
平成24年4月	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 ① 防食被覆工法の追加。(耐硫酸モルタル防食工法) ② 設計腐食環境と工法規格の関係を修正。③ 補修工事における劣化部除去工の明確化。
平成29年9月	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 ① 防食被覆工法の追加。(プリプレグ後貼り型シートライニング工法) ② 日本工業会への対応。(用語の定義や設計手順等の整理) ③ 耐有機酸の品質規格の追加。

塗布型ライニング工法の工法規格と性能照査結果

工法規格		C種	D種	
材料種類		ポリウレア		
工法名		レジテクトBT-C工法	レジテクトBT-D工法	
被覆の外観	規格	被覆にしわ、むら、はがれ、われのないこと		
	結果	適合		
コンクリートとの接着性	規格	標準状態	1.5MPa以上	
		吸水状態	1.2MPa以上	
	結果	標準状態	2.82N/mm ²	3.91N/mm ²
		吸水状態	2.85N/mm ²	3.48N/mm ²
耐酸性	規格	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。	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。	
	結果	適合		
硫酸進入深さ	規格	10%の硫酸水溶液に、120日間浸漬した時の侵入深さが設計厚さに対して10%以下であること、かつ、200μ以下であること。	10%の硫酸水溶液に、120日間浸漬した時の侵入深さが設計厚さに対して5%以下であること、かつ、100μ以下であること。	
	結果	0% 1μm以下	0% 1μm以下	
耐アルカリ性	規格	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。	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。	
	結果	適合		
透水性	規格	透水量が0.20g以下	透水量が0.15g以下	
	結果	0.00g	0.01g	
評価		適合		

その他の仕様

鉄面防食 レジテクト BT-T工法

工程	材料名	使用量/m ²	
1 下塗り	レジプライマーPW-F	0.1~0.15kg	エポキシ樹脂
2 中塗り	レジテクト5000	2.1kg または 3.1kg	ポリウレア樹脂
3 上塗り	レジトップ	0.15kg	変性アクリルウレタン樹脂

※表面処理はサンドブラストにてSa2.5まで除去する。
(耐水性が必要な部位)
またはサンダーケレンにてSt3.0まで除去する。
※露出箇所には上塗りとして変性アクリルウレタン樹脂を塗布します。