

# 補修に適し断面修復材に防菌剤を混入した「シートライニング工法（スラスラ工法）」

耐食ライニング工法協会 事務局 根岸 敦規

## 1.はじめに

平成14年5月には「下水管路施設腐食対策の手引き（案）；(社)日本下水道協会」が発刊され、施設の長寿命化のための方向性を示している。同様に下水道施設においても「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」と「同マニュアル」（日本下水道事業団）として整備され、腐食抑制対策を含めた施設設計が求められている。

当協会で取扱うスラスラ工法は補修・補強をターゲットとして開発され、断面修復材(スラスラモルタル)には防菌剤を混入し腐食抑制効果を付与している。断面修復材の未硬化前に差し込まれる突起付きシートは従来の指針のシートライニング工法で用いられる高密度ポリエチレン製のシートであり、改訂されるマニュアルにおいてはシートライニング工法の後貼り工法に分類されている。以下に、防菌剤とスラスラ工法について施工例も含め紹介する。

体タイプもある。防菌剤を用いた製品であるビックリート(防菌コンクリート)は平成11年3月10日に旧建設大臣認定機関の(財)下水道新技術推進機構より審査証明(第1106号)を取得している<sup>1)</sup>。ハザマ、日本ヒューム、日本下水道事業団の共同研究での曝露試験から得られた結果に基づいて計算された耐用年数を表-1に示す<sup>4)</sup>。また、特長を以下に示す。

①従来の樹脂ライニングによる防食に比べ安価(1/2~1/10)である。

②構造体の全断面に防菌剤を付与するため、キズや、クラックなどが生じても効果は変わらない。また、効果は半永久的に持続する。

③下水処理に有用な他の微生物に影響を与えない。

④混和材として扱えるので、施工に際し特に設備を必要としない。

ただし、防菌剤はコンクリートに耐酸性能を付与するわけでは無いので、強酸性水など腐食性液体と接する部分には単独では適用できない。補修モルタルに関しては耐酸性を向上させたタイプもある。

## 2.防菌コンクリート

### 2.1 防菌剤

防菌剤とは、ニッケルとタングステンを主成分としたコンクリートの腐食原因となる、硫化水素を硫酸に変える硫黄酸化細菌の活動を阻害する薬剤である。この防菌剤をコンクリートや補修モルタルに適正に混和することにより、コンクリートの硫黄酸化細菌による硫酸劣化を未然に、あるいは初期段階で防止することができる。

防菌剤はセメント重量に対して、ニッケル化合物0.075%、タングステン化合物0.075%、防菌剤の混和を識別するための若干の蛍光染料と増量剤で構成され全体でセメント重量の1%添加となるように製造している。通常は粉体で用いられるが、分散性能を向上させた液

表-1 防菌コンクリートの標準的な耐用年数  
(平均硫化水素濃度 10ppm 以下)

部材	環境条件	かぶりの最小値(mm) ※	かぶりの最小値に達する期間(年)	
			標準供試体	防菌剤混和供試体
スラブ	一般の環境	25	9	52
	腐食性環境	40	14	83
	特に厳しい腐食性環境	50	18	103
はり	一般の環境	30	11	62
	腐食性環境	50	18	103
	特に厳しい腐食性環境	60	21	124
柱	一般の環境	35	12	72
	腐食性環境	60	21	124
	特に厳しい腐食性環境	70	25	145

※土木学会編：「コンクリート標準示方書〔設計編〕」

## 2. 2 適用範囲

「下水管路施設腐食対策の手引き（案）」によると、上述の腐食環境に対して適用できる材料を規定している。防菌コンクリートは平均硫化水素濃度が10ppmまでのⅢ種として分類されている。下水管路施設については「ビックリート（商品名）」として上市されている。下水道施設においても腐食抑制技術として位置づけられるので、新設の処理場で10ppm以下の平均硫化水素濃度の環境（設計腐食環境のⅢ<sub>1</sub>、Ⅲ<sub>2</sub>類：工法規格ではBまたはC種相当）になると予想される箇所への積極的な採用が望まれる。

## 3. スラスラ工法

### 3. 1 概要

スラスラ工法は、補修・補強をターゲットとして開発され、下水道施設におけるコンクリート構造物表面にシートライニングを形成する、型枠を用いない防食被覆工法である。防菌コンクリートで適応できない平均硫化水素濃度10ppm以上の施設において、防食機能を発揮することができる。施工は、劣化診断薬を用い硫酸により腐食したコンクリートの除去すべき劣化範囲を確実に判断して、同劣化部分をハツリ取る。次にハツリ後の既存コンクリート面（必要に応じ溶接金網をアンカーボルトで既存コンクリートに固定）に専用モルタル(防菌剤混入)を吹付け、あるいは塗布して防食被覆層を形成し、構造物の強度を回復・維持させる。また、専用モルタル吹付け面を左官仕上げした未硬化面に、突起付きシート(高密度ポリエチレン製)を差込み、シートライニングを施し、防食被覆層を形成する。図-1に防食被覆層の標準施工断面を、写真-1にスラスラ工法用シートを示す。

本工法に用いられるシートは耐薬品性に優れており、120日間10%硫酸溶液に浸漬しても硫酸の浸入はまったく認められない<sup>2)</sup>。従来工法と異なる利点を以下に示す。

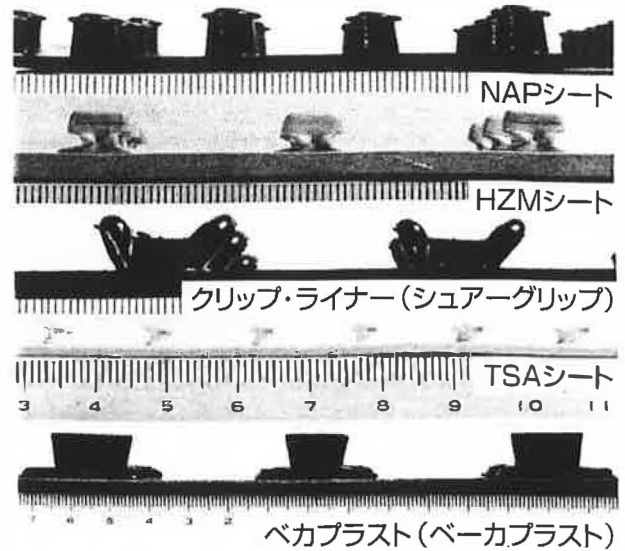


写真-1 スラスラ工法用シート

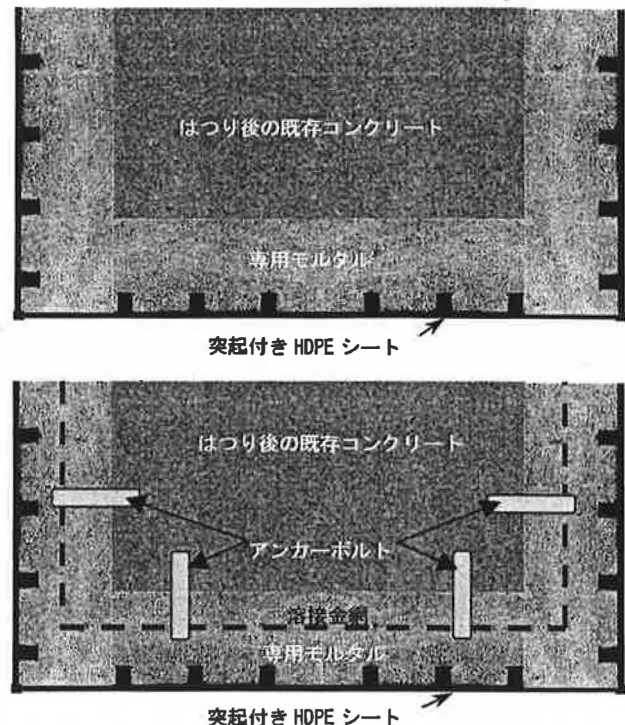


図-1 スラスラ工法標準施工断面図

- ① 専用の硫酸劣化診断薬で劣化部分の確実な除去ができる
- ② 型枠が不要（天井面以外）
- ③ 断面修復モルタルの高い付着力により応力を分担できる
- ④ 断面修復モルタルの高い防食性能（防菌剤混和）
- ⑤ 断面修復（グラウト材注入）後の後工程が少ない
- ⑥ 大きな部材を一度にシワ無く施工できる
- ⑦ 湿潤状態でも施工が可能

### 3. 2 適用範囲

前述の「下水管路施設腐食対策の手引き（案）」では、腐食環境毎に適用できる材料を規定しており、スラスラ工法は平均硫化水素濃度が10ppm以上のⅠ、Ⅱ種に分類される。防菌コンクリートと違い、防食被覆材料として位置づけられるので、多量の酸に曝される環境での使用に適している。下水道施設においては、シートライニング工法の後貼り工法に分類され、10ppm以上、特に50ppm以上の平均硫化水素濃度の環境（設計腐食環境のⅠ<sub>1</sub>、Ⅰ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>類：工法規格ではD<sub>2</sub>種）で腐食の進んでいる既設の処理場の汚泥関連施設や、圧送管の出口マンホールなどの補修に最適である。

## 4. 施工例

### 4. 1 概要

対象物件は複数の処理場を結ぶ連絡管で、内径3,000mm、全長1,200m、施工後約10年が経過し、下水処理量の調整などに用いられている。タールエポキシ被膜を施してある内面はブリストアや割れが随所に認められ、微生物起因の硫酸も10mm程度侵入していることが確認された。補修は硫酸侵入深さの2倍の20mmまでコンクリートを除去し、防菌剤混和特殊モルタルを吹付けて防食被覆層を構築する工法を採用した。図-2に施工フローを写真-2に完工状況を示す。

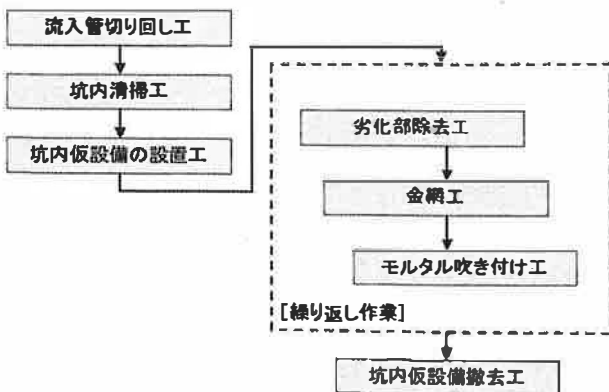


写真-2 補修完了状況

手順は、スラスラ工法のシート差込み工程までと同じであるが、劣化コンクリートのハツリにはスパイクハンマーによる専用ハツリ機を開発して使用した。腐食環境測定の結果、50年の耐用年数を確保するために、防菌モルタルの吹き付け厚さは20mmと判断された。

防菌剤の効果を確認するために、当該人孔内に供試体を曝露（平均硫化水素濃度約4ppm）している。その結果、2年半経過後の普通モルタル供試体においては数mmの硫黄の浸入が認められたが、防菌モルタル供試体では、一切、硫黄の浸入も認められておらず腐食抑制効果が確認されている。

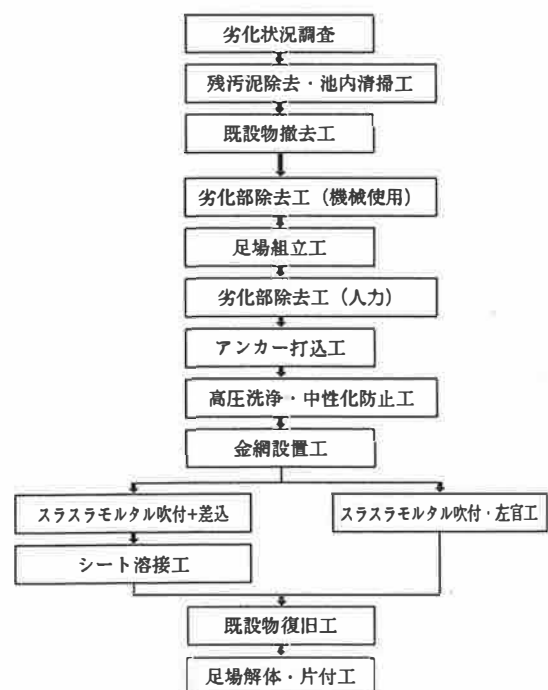


図-3 施工フロー

## 4. 2 スラスラ工法

下水処理場最初沈殿池の補修に適用した際の施工フローを図-3に示す。劣化深さは事前の調査から約60mmであり、ハツリを簡略化するために防菌コンクリートの施工例と同様にスパイクハンマー付きの自動ハツリ機(栗田削岩機)を用いた。専用モルタルは、天井で2cm、壁面では3cm一度に吹付けできるので、3回(天井)ないしは2回(壁面)、重ね塗りを行い、最終吹付け時にシートの差込みを行った。シート同士は同じ高密度ポリエチレン樹脂の溶着棒を溶かして盛り立て、一体化した。溶着後は、ピンホールテスターを用いた品質検査(放電検査)を実施し、シートの接合部を含め、構造物が確実に被覆されているかを確かめた。

施工後7年が経過しているが、防食被覆に全く劣化は認められていない(写真-3)。

## 5. おわりに

下水道施設におけるコンクリート防食は、発生源対策を含めた設計・施工が重要になってきており、ライフサイクルコストを最小限に抑えるように、腐食抑制技術と防食被覆技術の併用が望ましい。また、腐食の程度を予測して、適材適所の防食被覆工法の選定も必要である。安定した品質で防食被覆層を提供するために、平成14年4月には「耐食ライニング工法協会」を発足させ、専門技術者制度など、技術的な指導にあたり、一定水準の耐久性を確保すべく活動中である。また、スラスラ工法は下水道施設以外にも用いられ、浄水場の塩素により劣化したコンクリートや、化学プラントの薬品槽、廃棄物処分場のしゃ水工など、耐薬品性能が必要な箇所における補修にも適用されている。

防菌コンクリートは二次製品(ビックリート)として、販売されてから7年で10万tに迫る勢いで出荷・施工されている。また、防菌モルタルの施工は下地モルタルの施工も含めて、約6万m<sup>2</sup>であり、スラスラ工法も1万m<sup>2</sup>を超える施工実績を有している。

今後は、本工法で施工された施設の追跡調査を行い、耐用年数の照査に役立てるとともに、改良を重ね、社会資本の長寿命化に貢献したいと考えている。



写真-3 補修状況(7年経過)

### 《参考文献》

- 1) 日本ヒューム管(株)、(株)間組：下水道技術・技術審査証明報告書「ビックリート(防菌コンクリート)」(1999.3)
- 2) 下水道構造物に対するコンクリート腐食抑制技術及び防食技術の評価に関する報告書—硫酸によるコンクリート腐食の機構と総合的対策の方針—、平成13年3月、日本下水道事業団技術評価委員会
- 3) (株)間組、(株)エヌエムビー、カーボフォル・ジャパン(株)：下水道技術・技術審査証明報告書「スラスラ工法」(2000.3)
- 4) 硫黄酸化細菌によるコンクリート劣化の補修・防食工法に関する技術開発(防菌剤を用いた省力化施工に適した材料の開発)、日本下水道事業団、日本ヒューム、ハザマ、共同研究報告書、1998