

# PSライニング工法を用いた幹線管渠の改築 - 鴨部川流域下水道 -

大阪支店 PC事業部 西尾彰浩

概要:鴨部川流域下水道は香川県に4本ある流域下水道の内の最も東側に位置し、さぬき市を東西に分断するように流れ、終末処理場を経て、瀬戸内海に流れている。管路人孔は硫酸による腐食によって損傷が著しく、平成14年度には横管(ヒューム管)の補修が発注され、さらに、平成15年度には人孔の補修である本工事が発注された。

本報告はPS(Protection of Sewerage)ライニング工法により、硫酸からの腐食対策を施した鴨部川流域下水道幹線管渠改築工事の施工について、記述するものである。

**Key Words**: PSライニング, 硫化水素, 腐食

## 1. はじめに

一般のコンクリート構造物では、近年、中性化・塩害・アルカリ骨材反応等による耐久性の低下が知られるようになった。下水道施設内でのコンクリート構造物では、これらに加え、硫酸による腐食がみられる。

下水中に発生した硫化化合物が、バクテリアの作用によって硫化水素が生成され、さらに硫酸に酸化される。こうして発生した硫酸がコンクリートを中性化させ、コンクリートおよび鉄筋を腐食させる。腐食の進行にともないコンクリート構造物の耐荷力を損ない、致命的な損傷に至る。

本施工においては、硫酸により腐食したコンクリート断面を補修し、今後の腐食対策として防食ライニング(PSライニング工法)を実施した。

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『下水道施設コンクリート構造物を対象とした新設時および補修時の防食被覆工法に関する技術開発』(平成5年~8年)の成果の一つとして生まれた新しい防食被覆工法であり、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および防食技術指針・同マニュアル』にて定められた品質規格に適合するアクリル樹脂系の被覆材である。

## 2. 工事概要

本工事の概要を下記に示す。

- (1) 工事名 鴨部川流域下水道幹線管渠改築工事
- (2) 発注者 香川県長尾土木事務所
- (3) 工事場所 香川県さぬき市志度・鴨庄
- (4) 工期 H15.2.14 ~ H15.7.31

表-1 施工数量

工種	数量
人孔防食被覆工	70カ所
予備洗浄工	410m <sup>2</sup>
表層劣化部除去工	3.06m <sup>3</sup>
断面修復工	3.06m <sup>3</sup>
素地調整工	410m <sup>2</sup>
ライニング工(C種)	410m <sup>2</sup>
人孔蓋補修工	7カ所
人孔蝶番取替工	30カ所
空気弁補修工	1カ所



西尾彰浩

また、人孔の標準断面を図-1に示す。

### 3. 施工手順

施工フローを下記に示す。

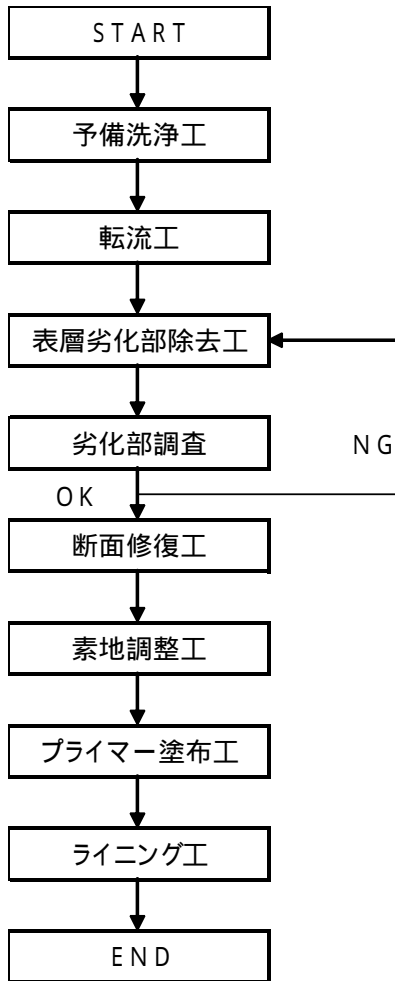


図-2 施工フロー

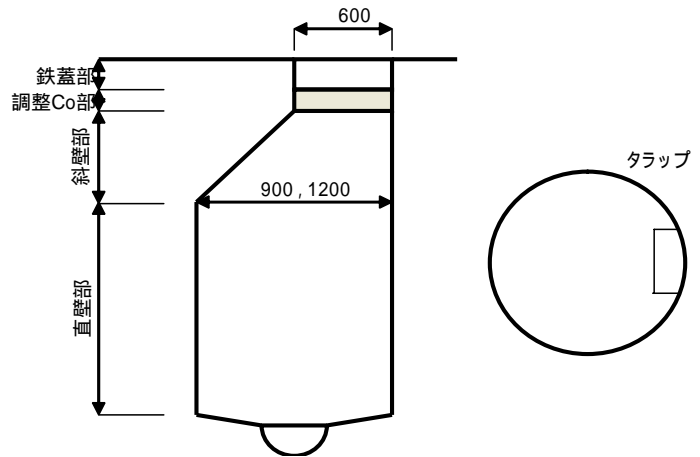


図-1 人孔標準断面



写真-1 着工前

#### a) 予備洗浄工

写真-1は工事着手前の人孔である。すでにコンクリート表面が硫酸に侵され、骨材が露出した状態まで劣化が進行している。

供用中の下水道施設内では、硫化水素ガスの発生や空気中の酸素濃度の低下により、硫化水素中毒や酸欠などにより、人体に危険を及ぼす可能性が大きいので、入孔時には硫化水素ガス対応の防毒マスク着用の上、ガス検知器で常時計測監視し、酸素濃度 18% 以下、硫化水素ガス濃度 10ppm 以上になると、自動で警告ブザーが鳴るようにした。入孔作業時においては、そのブザーに気がつかない恐れがあるので、外部に合図者を必ず配置するようにし、ブザーが鳴ると直ちに退孔するように教育を行った。当施工箇所は供用中の人孔内作業であり、作業員に対する衛生面や健康管理上から本工事に先立ち、壁面の洗浄を洗浄機により行った。(写真-2, 3)

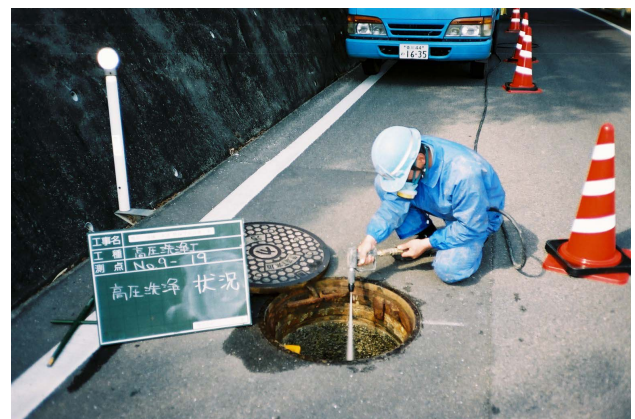


写真-2 予備洗浄状況



写真-3 予備洗浄完了



b) 転流工

当施工箇所は供用中の道路および下水道内の人孔である。下水道管路はバイパス管路がある場合を除き、施工中も供用を中断することが出来ないため、人孔内には、常時汚水が流れている状態(200m<sup>3</sup>/時間)であった。そこで、人孔内の本管に堰を作り、副管および排水ホースによって、以降の作業に支障がないように汚水の転流を図った。(図-3)

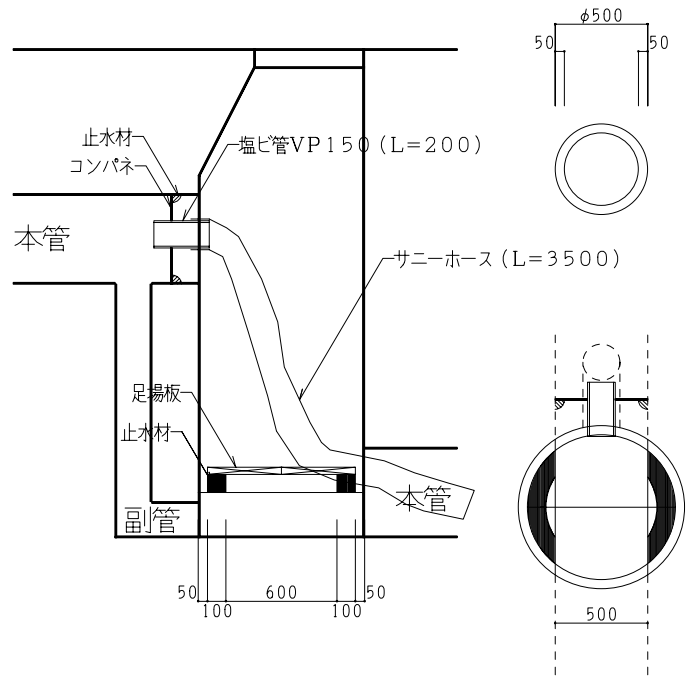


図-3 転流工概略図

c) 表層劣化部除去工

劣化した躯体表面のコンクリートをはつり除去するための作業である。施工場所が処理場内の施設のように、施工規模も大きく、作業空間も大きな箇所では、超高圧ウォータージェット(150N/mm<sup>2</sup>以上)によるはつり作業が一般的であるが、当作業箇所は狭隘な人孔内(600~900)での作業であったので、危険が伴うおそれがある。よって本施工においてはグラインダーとチップパーを併用し劣化部を除去した。(写真-4)

d) 中性化試験

所定の深さまで劣化部を除去した状態で下地検査を行った。下地検査は改修下地としての健全度を確認するため、浮き・割れ等の外観検査、および、フェノールフタレイン(1%溶液)呈色法により、赤色に変色する健全な躯体まではつり除去できたかを確認した。赤色に呈色しない部分においては、再度はつり作業を行い、健全部が露出するまで除去した。写真-5は、試験完了時であり、赤く呈色している部分が、健全部である。(写真-5)



写真-4 表層劣化部除去状況



写真-5 劣化部調査状況

e) 断面修復工

断面の修復にはポリマーセメントモルタル(エマコ S99P, S98P)を使用した。既設コンクリート面を湿潤状態にし、モルタルミキサーにて十分練り混ぜたモルタルを左官により張付け、金鏝2回仕上げにて表面を平滑に仕上げた。

f) 素地調整工

断面修復後の仕上げ表面の平滑性と付着性を高めるために、エポキシ系の樹脂モルタル(NSモルタル)を使用し、金鏝にて表面が平滑となるように仕上げた。(写真-6)

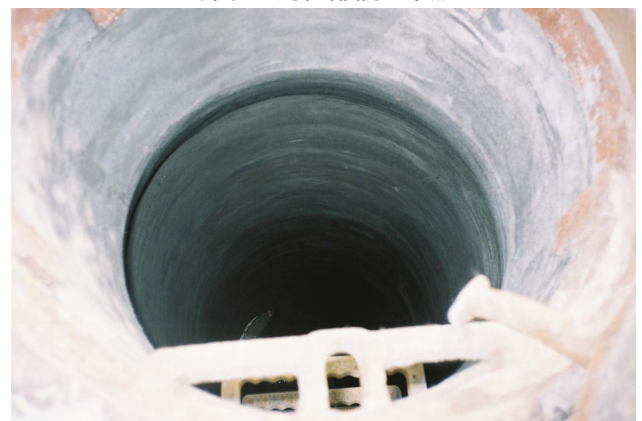


写真-6 素地調整完了



## g) プライマー塗布工

素地調整材と後工程のライニング材との接着力を確保するために、速乾型ウレタン系プライマー(NS-U プライマー)をローラー刷毛にて塗布する。

素地調整材の表面水分が多いと接着性に大きく影響するので、表面の乾燥状態を水分計にて計測し、水分率8%以下であることを確認後施工した。(写真-7, 8)

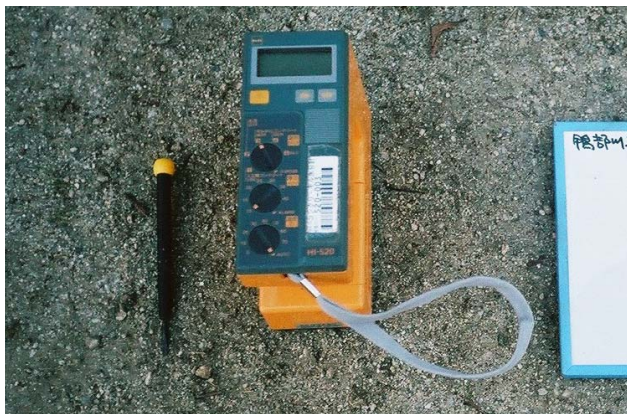


写真-7 水分計

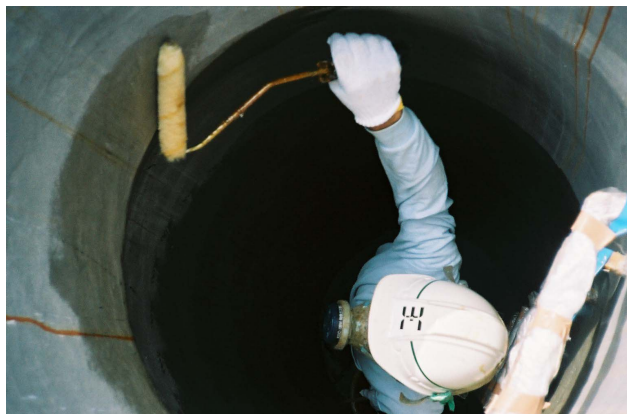


写真-8 プライマー塗布状況

## h) ライニング工

プライマー表面が指触にて乾燥していることを確認した後、アクリル系ライニング材(NS400)を 1.0mm(日本下水道事業団 C 種仕様)の厚さになるように専用吹き付け機により吹き付ける。施工時における厚さの確認にはウェットゲージを使用した。

吹き付け完了後にはピンホール検査を行い、ピンホールがある場合にはゴムへらにて補修塗りを行った。防食塗装後に塗装厚さの測定と接着強度試験を行った。(写真-9, 10, 11, 12)



写真-9 ライニング吹き付け状況



写真-10 ライニング吹き付け完了



写真-11 専用吹き付け機本体



写真-12 専用吹き付け機先端



#### 4. 品質管理

塗布型ライニング工法において、防食被覆層の性能を十分に発揮させるための最重要の管理項目を以下に記す。

塗り重ねた層がいずれも所定の接着力以上であること

防食被覆層が所定の施工厚さ以上であること

上記の確認を行うため完了検査として、建研式接着力試験器を用いて接着強さ試験を行い、またその試験片の4側面の防食被覆層の施工厚さの測定を行った。

それらの試験によって得られた結果の判定規格値を以下に記す。(日本下水道事業団「コンクリート防食指針(案)」より抜粋)

表-2 結果判定の規格値

	規格値
接着	3個の試験値の平均値が1.5MPa以上
強さ	3個の試験値の最小値が1.2MPa以上
施工	3個の試験値の平均値が規格値(1.0mm)以上
厚さ	3個の試験値の最小値が規格値の2/3(0.667mm)以上



写真-13 付着試験状況

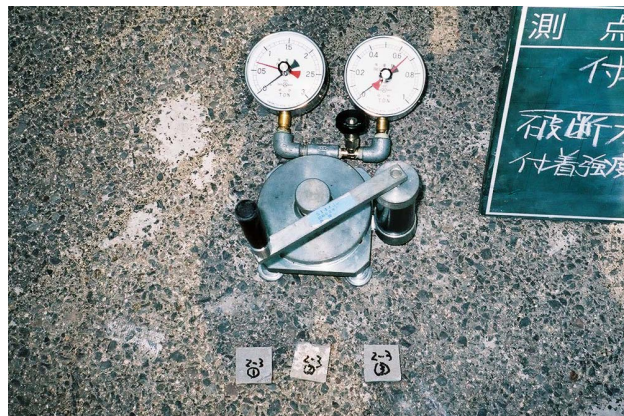


写真-14 付着試験完了

#### 5. まとめ

下水道事業は、維持管理の時代を迎えており、施設の耐用年数を出来るだけ長くするために、本工事と同様な補修工事が増大してくる。本報告が増大しつつある補修工事の参考になれば幸いである。工事完了後の写真を下記に記す。

#### 謝辞

本改築工事において、香川県長尾土木事務所の方々、および下水道防食協会の方々には、終始お世話になりました。紙面を借りて厚くお礼申し上げます。



写真-15 施工完了

#### 参考文献

- 1) 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, 平成14年12月
- 2) 日本下水道事業団: コンクリート防食指針(案), 平成9年6月