

耐久性に優れたコンクリート耐食工法について

規 敦 岸 根

1. はじめに

農業用排水路は、ひび割れに伴う漏水や磨耗に伴う表面の不陸化による流量低下など、老朽化が進み、更新の時期になってきている。また、管路を含む農業集落排水処理施設のコンクリート構造物などでは、微生物が作り出す酸により化学的劣化を受け、早期に劣化する問題が生じている。

最近では、コンクリート管より耐酸性のあるFRP管や塩ビ管なども用いられているが、改修、更新に関しては市街地の拡大による住宅地と農地との接近が進み、既設の用排水路や施設を補修せざるを得ない場合も多くなってきている。

腐食・劣化など老朽化したコンクリート構造物については、耐久性に優れたシートによるライニング（防食被覆）を施すという補修工法の事例を、微生物劣化に対しては原因微生物の活動を抑制する防菌剤を混和させ防食性を付与したコンクリート耐食工法の事例を、さらに新規に構築されるコンクリート構造物への適用例についても紹介する。

2. コンクリート構造物の防食被覆工法

― 支持体付きシートライニング工法 ―

通常的环境下における用排水路や集落排水処理施設に使用されるコンクリートの劣化現象としては以下の点が挙げられる。

- ① キャビテーション（磨耗）による流水部コンクリート表面の欠損
 - ② 空気中の二酸化炭素による気中部コンクリートの中酸化に伴う劣化
 - ③ 継ぎ手部分などのひび割れ（クラック）さらにそれに伴う漏水
 - ④ 酸性水によるコンクリート表面の石こう化
- これらの劣化現象において、一般的に表面をエポキシ樹脂などの塗布型ライニングを施すことが行われている。しかし、長期的には、コンクリートとの接着安定性、ひび割れ（クラック）追従性などに問題がある場合が多く、十年以上の耐久性を持続させるためには材料の選定、施工などに十分留意を払う必要がある。この問題は下水道施設でも同様で、防食材料の品質について一昨年によく日本下水道事業団より整備された「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

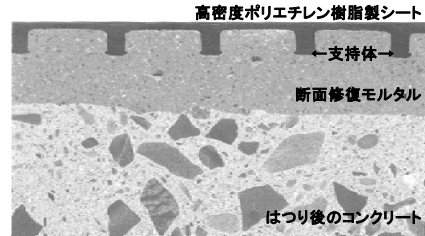
表—1

工法	防食被覆材料名
型枠工法	硬質塩化ビニル樹脂板
	高密度ポリエチレン板
埋設型枠工法	ビニルエステル樹脂系レジンコンクリート板
	ビニルエステル樹脂FRP複層板
後貼り工法	ビニルエステル樹脂FRP板
	不飽和ポリエステル樹脂FRP板
	高密度ポリエチレン板

針・同マニユアル」に規定された。この中で、塗布型ライニングより、シートライニング工法を十年以上の耐久性を確保する工法として認めている。

シートライニングといっても表—1に示すように3つの施工方法の違いによる

分類がなされ、各々には2〜3種類の材質が規定されている。本技術は、型枠工法または後貼り工法の高密度ポリエチレン樹脂板に該当するものである。シート裏面には、支持体と呼ばれるマッシュルームのような凸部を有しており、この周りにコンクリート（モルタル）が充てんされることによりシートとコンクリートが強固に一体化する（写真—1）。高密度ポリエチレン樹脂はエチレン基（—CH₂—）が重合し高分子になったもので比重が0.94以上のものを指す。この樹脂の特性を表—2に示す。コンクリートの防食被覆材としての要求性能である耐薬品性、防水性、固着性に優れるだけでなく耐磨耗性（分子量のさらに大きい高分子量高密度ポリエチレンは、スキーパーの裏板にも使用されているほど耐磨耗性に優れる。）も優れていることが分かる。



写真—1 施工断面(補修時)

表—2

性能項目	試験項目	結果	備考
耐薬品性	塩化ナトリウム10%水溶液	質量変化率±0.05(mg/cm ²)	JIS K 6761基準値内
	硫酸30%水溶液	質量変化率±0.05(mg/cm ²)	JIS K 6761基準値内
	硝酸40%水溶液	質量変化率±0.10(mg/cm ²)	JIS K 6761基準値内
	水酸化ナトリウム40%水溶液	質量変化率±0.05(mg/cm ²)	JIS K 6761基準値内
	エチルアルコール95%	質量変化率±0.40(mg/cm ²)	JIS K 6761基準値内
透水性能	水圧0.29MPaで1時間保持	透水量0.15g以下	JSマニユアル基準値内
コンクリートとの固着性	引張り試験	0.24MPa以上	JSマニユアル基準値内
耐磨耗性	1kgf、1000回、60±2rpm	硬質塩化ビニル板の1/5	JIS K 7204
粗度係数	流下能力試験	0.010以下	硬質塩ビ管と同等

さらに、構造が炭素と水素のみで塩素などを含まないため、廃棄物からは有害なダイオキシン類が発生せず、環境にやさしい樹脂である。この樹脂は最終処分場のしや水シートや化学工場の硫酸タングの材料としても使用され、日本では20年、欧米では40年を越す使用実績がある。

施工は新設時には型枠工法、補修時には主に後貼り工法が用いられる。新設時はコンクリート型枠にシート表面に両面テープ等で貼り付け、コンクリートを打設する。補修時には写真—1に示したよう

に、劣化部分を除去したはつり面に、断面修復用モルタルを吹付け、平らに仕上げ、そのモルタルがまだ固まらない間にシートを差込み、軽く振動を与えることにより支持体とモルタルを一体化させる。新設時は脱型後、補修時はモルタル硬化後、シート同士を同じ高密度ポリエチレン樹脂製溶接



写真—2 補修前



写真—3 補修後

棒で融着し一体化させる。融着が終わったシート防食被覆面は、品質検査として放電検査を行い、ピンホールの有無を確認する。写真—2、3に河川の伏越人孔の補修前、補修後の状況を示す。本技術は型枠が必要なく、また壁面では支保も必要ないので、型枠に制限されずに大きな部材を扱える。そのため、写真のように4㎡を一度に施工できるなど、施工スピードも向上している。また、モルタルの硬化時間を制御することで、夜間施工などの時間的制約にも対応することが可能である。

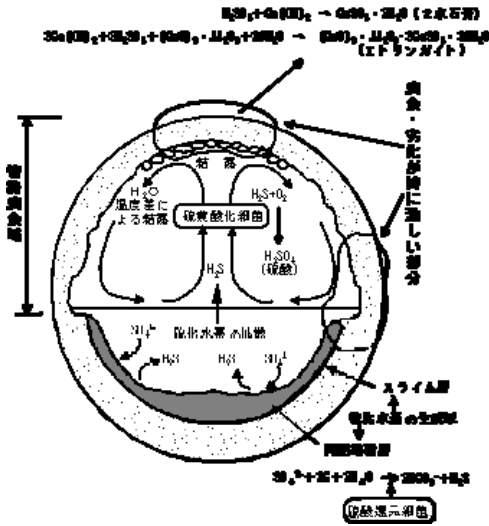
後貼り工法に分類される本技術は「スラスラ工法」と呼ばれており、(財)下水道新技術推進機構の下水道技術・技術審査証明(第1209号)で公的認定も受けている。同工法の普及を図るため、耐食ライニング工法協会をシートメーカーから13社で組織し、専門技術者、施工技

能者の認定等を通じ、安定的な施工品質の確保を目指し活動している。

3. コンクリートの腐食抑制技術

― 防菌コンクリート工法 ―

農業集落排水に伴う管路施設や処理施設においては、下水道と同様に図―1に示すように硫酸酸化細菌による硫酸劣化が問題になっている。昨年7月には(社)日本農業集落排水協会より「農業集落排水施設のコンクリート劣化点検・診断・補修の手引き(案)」が発刊され、施設の長寿命化の方向性が示されている。本手引きには硫酸劣化を起こした施設の補修に関して、防食被覆を施すという対処療法のみで、抜本的な腐食抑制対策は示されていない。



図―1 劣化概念図

一方、補修に関しては、写真―5に示すように下水管路の補修に防菌モルタルの吹付け施工も手がけており、工期、コスト的に有利な工法として注目されている。



写真―4 コンクリート打設状況
(農村集落排水処理施設)



写真―5 防菌モルタル補修後
(下水管路施設)

防菌コンクリート工法は劣化原因である硫酸酸化細菌の活動を抑制する防菌剤を混和させたコンクリートを用いるものである。施工当初からコンクリート全体に防菌性が付与されるため、傷やひび割れが生じても防菌性能が損なわれることは無い。防菌効果は大学の研究機関による防菌性能試験や5年以上にも及ぶ曝露試験、追跡試験により確認され、「ビックリート(防菌コンクリート)」として(財)下水道新技術推進機構の下水道技術・技術審査証明(第1106号)で公的認定も受けている。適用範囲としては平均硫化水素濃度10ppm以下の施設の防食に使用することが可能であり、管路施設としては農村集落排水事業でも採用されており、ヒューム管やマンホールとして10万トン以上の実績を有している。新設の工事においては写真―4に示すように試験的に採用されてきている。

4. おわりに
施設の長寿命化のためには、腐食環境を的確に把握して劣化因子を予測し、予防することが重要となる。土木学会のコンクリート示方書においても耐久性能照査の重要性を提唱しており、今後、曝露試験などのデータも蓄積され、材料の評価に役立てられると思われる。
今回、紹介した技術は(社)農業農村整備情報総合センター(ARIC)の民間の新技術候補技術概要書「2. コンクリート工、04. 維持管理・補修、115. 「コンクリート耐食工法」として、また中国農政局土地改良技術事務所「更新工法マニュアル(案)」補修・補強、更生技術でも紹介されているので参考にさせていただくと幸いである。
(株式会社間組 技術・環境本部)