

硫酸腐食環境下にある下水道施設の耐硫酸モルタルによる補修工法について

日本下水道事業団 正会員 ○須賀 雄一，稲毛 克俊

電気化学工業株式会社 宮口 克一，寺村 悟

宇部興産株式会社 澤邊 則彦，佐田國 康彦，平野 義信

1. 目的

下水道施設では、硫黄酸化細菌が生成する硫酸によるコンクリートの硫酸腐食(化学的侵食)が問題となっている。現在は、対策として有機系防食被覆工法が採用されているが、断面修復モルタル自体に耐硫酸性を持たせることができれば、条件次第では防食被覆の省略が可能になる。日本下水道事業団では、樹脂による防食被覆を省略できる性能を持つ耐硫酸モルタルの開発を民間企業と共同で実施しており、開発した耐硫酸モルタルに高い耐硫酸性があることを実験により確認したため、この耐硫酸モルタルを硫酸腐食環境下にある下水処理場の流入水路の改築工事に試験的に採用した。今回は試験施工箇所の施工後2年間の追跡調査の結果について報告する。

2. 調査概要

今回の試験施工には、表-1に示す2種類の耐硫酸モルタルを使用した。耐硫酸性の評価を表-2に示す。M-1は中性化深さは大きい、断面欠損が見られず、M-2は中性化深さ、断面欠損とも比較用に比べわずかであった。

今回の試験施工は、A処理場の水処理施設の改築工事にあわせて実施した。施工場所は流入ゲートから流量調整槽間の流入水路である。この水路は供用開始以降15年間常に下水が流れている状況であり、コンクリートは硫酸腐食によりかなり劣化していた。改築時の腐食環境および劣化状況を表

—3および写真—1に示す。

施工は日本下水道事業団の指針に基づいて、平成15年9月から10月にかけて実施した。施工手順は通常の断面修復工と同じである。試験施工を実施した箇所には、写真-2のとおり、樹脂

による防食被覆は実施していない。試験施工部以外の改築部には、硬質塩化ビニル樹脂による防食被覆工法(シートライニング工法)が採用されている。

試験施工後の実施設備および現地に設置した同一配合のモルタル供試体を対象に追跡調査を実施した。

表-1 使用した耐硫酸モルタル

種類	結合材
M-1	ポルトランドセメント 高炉スラグ シリカヒューム フライアッシュ
M-2	アルミナセメント
比較用	ポルトランドセメント

表-2 耐硫酸性の評価

種類	中性化深さ (mm)	断面欠損 (mm)	試験条件
M-1	2.8	0	材齢28日まで養生後、5%硫酸に28日間浸漬
M-2	0.9	0.1	
比較用	5.7	5.7	

表-3 施工箇所の腐食環境と劣化状況

場所	流入水路(コンクリートスラブあり)
形状	600W×1300H×1200L
腐食環境	-2類
経過年数	15年
中性化深さ	40mm
鉄筋腐食度	(黒被の状態)

年間平均硫化水素ガス濃度が10～50ppmで、硫酸によるコンクリート腐食が顕著に見られる腐食環境で、点検補修/改築が困難な箇所。



写真-1 流入水路の劣化状況(施工前)



写真-2 耐硫酸モルタル施工後の流入水路

キーワード 下水道施設，硫酸，コンクリート腐食，耐硫酸モルタル，断面修復工法

連絡先 〒335-00370 埼玉県戸田市下笹目5141 日本下水道事業団技術開発部 TEL 048-421-7326

3. 追跡調査結果

施工後、2 年間の追跡調査では、モルタルの浮き(剥離)や欠損、ひび割れの進行はどちらも確認されなかった。また、M - 1 表面には若干の 2 水石膏が確認され、M - 2 表面には



写真-3 施工後 2 年目の状況(M - 1)



写真-4 施工後 2 年目の状況(M - 2)

付着物が確認された。施工後 2 年目の状況を写真-3 と写真-4 に示す。

施工箇所の下水の水質と硫化水素ガス濃度、水路気相部温度の調査結果を図—1 に示す。M - 1 施工部と M - 2 施工部は隣接しており、また、水路はボックスカルバート状で、腐食環境はほぼ同じである。

設置当初を 1 とした場合のモルタル供試体の 2 年間の重量変化率を表-4 に示す。比較用普通モルタルは減少に転じているが、M - 1、M - 2 とやや増加していた。

モルタル供試体の中性化深さを表-5 に示す。M - 1 がやや大きい、まだわずかであり、継続した観察が必要である。

モルタル表面の結露水の硫酸イオン濃度と pH の経時変化を図—3 および図—4 に示す。硫酸イオン濃度は M - 1、M - 2、樹脂による防食被覆箇所とも 1 年目までは大きな差は無いが、防食被覆箇所では供用後 3 ヶ月頃から pH が大きく低下している。硬質塩化ビニル樹脂は硫酸と反応性が無く、この頃から表面に生成されたと思われる。これに対し、M - 1、M - 2 施工箇所では pH の大きな低下は見られない。これは硫酸がモルタル内部のアルカリ分で中和されているためと考えられる。

4. まとめと今後の課題

高い耐硫酸性を持つ修復モルタルを実処理場の腐食した流入水路の断面修復材兼防食材として使用し、樹脂による防食被覆を省略して 2 年間観察した結果、モルタルの表面に大きな変化は見られなかった。

2 年経過後のモルタル供試体の重量変化率は、普通モルタルは減少し、耐硫酸モルタルはやや増加していた。今後、耐硫酸モルタルによる断面修復工法を確立するために、適用

可能な環境条件や設計手法など、必要な条件の整理を行う必要がある。

参考文献: 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」,2002

図-1 試験施工箇所の水質と H₂S ガス

	最大	最小	平均
水温()	30.3	19	23.8
pH	7	6	6.8
ORP (mV)	-18	-203	-118
SO ₄ ²⁻ (mgSO ₄ ²⁻ /L)	164	7.9	23.8
S ²⁻ (mgS ²⁻ /L)	2.2	0.1	0.3

測定回数21回

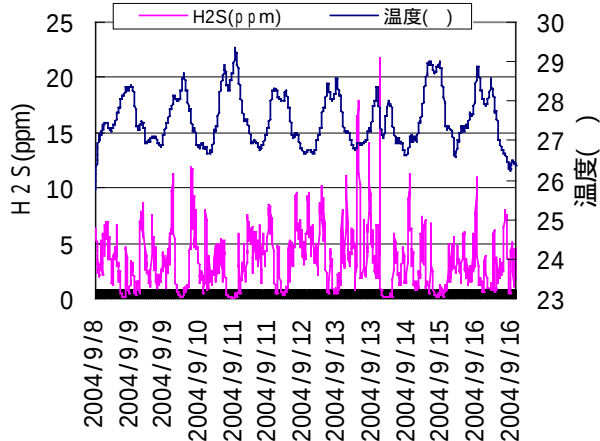


表-4 モルタル供試体の重量変化率

種類	設置当初	6ヵ月後	1年後	2年後
M - 1	1.000	1.006	1.008	1.031
M - 2	1.000	1.010	1.009	1.010
普通モルタル	1.000	1.007	1.006	0.997

表-5 モルタル供試体の中性化深さ(単位: mm)

種類	設置当初	6ヵ月後	1年後	2年後
M - 1	0.0	0.0	0.0	1.1
M - 2	0.0	0.0	0.0	0.07
普通モルタル	0.0	0.0	0.2	0.4

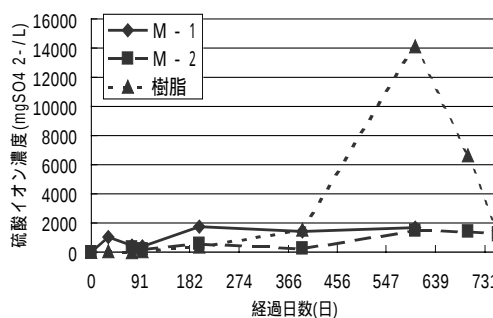


図-3 表面結露水の硫酸イオン濃度

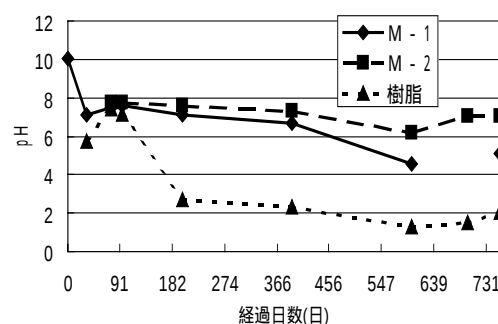


図-4 表面結露水の pH