

耐酸性セメント系材料を用いて補修を行った下水道処理施設の 11 年目の劣化調査

(株)デイ・シイ 正会員 ○谷田貝 敦
(株)デイ・シイ 小菅 太朗
(株)大林組 正会員 平田 隆祥
(株)大林組 正会員 川西 貴士

1. はじめに

下水道処理施設のコンクリート劣化は、施設内に生息する微生物が生成する硫酸による化学的腐食の劣化と考えられている¹⁾。すなわち、下水から供給された硫酸イオンが硫酸塩還元菌により硫化水素となり、気相に放出された硫化水素は天井や側壁の結露水中で、硫黄酸化細菌により硫酸となる。硫酸は、セメント水和物と反応し二水石膏を生成し、コンクリートを腐食劣化させる。著者らは、耐酸性セメント系材料を用いて、2006年に地方自治体の下水道処理施設で試験補修工事を行っており、現在、補修後 11 年経過した当該施設の劣化の状況を調査した結果について報告する。

2. 耐酸性セメント系材料

耐酸性セメント系材料は、普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末、フライアッシュおよびシリカフュームの 4 成分で構成しており、普通ポルトランドセメントとシリカフュームの混合割合を同一とした無機材料である。表－1 に耐酸性セメント系材料の化学成分および物理特性（JIS R 5201）を示す。耐酸性セメント系材料の化学成分は、普通ポルトランドセメントと比較すると SiO₂ が 2 倍程度大きく、CaO が半分程度である。これにより、セメントペーストのマトリックスは Ca/Si mol 比が小さくなり、水和生成物である水酸化カルシウムの生成量は少量に抑えられる。従って、硫酸の浸入による二水石膏の生成を抑制することで劣化を低減でき、耐酸性の向上が図れる²⁾。

3. 補修工事

2006 年に実施した補修工事は、下水道処理施設の最初沈殿池の壁部である。補修部は、当該施設の壁部の一部（幅：約 1,000 mm、高さ：1,300 mm）で、既設コンクリート表面までの厚さ（約 20 mm）を耐酸性セメント系材料を用いたモルタルで補修した。その際、コンクリートの劣化部分を除去し、既設コンクリートとモルタルの間に金属製のメッシュ板を設置してひび割れ対策を行った。表－2 に補修に用いたモルタルの配合を示す。モルタルは、水結合材比を 35%とし、耐酸性セメント系材料と 6 号珪砂の割合を 1：1 とした。

4. 劣化調査

(1) 暴露環境条件の把握
硫化水素濃度および気温の測定を行った。

(2) 中性化深さおよび補修材残存厚さの測定

壁面上部から 340 mm, 740 mm, 970 mm の位置で直径 50 mm, 長さ 100 mm 程度のコアを採取した。

図－1 に中性化深さおよび補修材残存厚さの測定

表－1 耐酸性セメント系材料の化学成分および物理特性

種類	化学成分(%)				モルタル圧縮強さ(N/mm ²)		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	CaO	3 日	7 日	28 日
耐酸性セメント系材料	49.8	13.6	2.6	26.7	9.4	22.7	44.4

表－2 補修モルタルの配合

水結合材比(%)	単位量 (kg/m ³)		
	W	TCR	S
35	311	891	891

W：水道水（密度 1.00/cm³）
TCR：耐酸性セメント系材料（密度 2.56g/cm³）
S：6 号珪砂（密度 2.61g/cm³）

位置を示す。中性化深さは、JIS A1152 に準拠して測定を行った。また、コアの既設コンクリート部分からモルタルまでの補修材残存厚さを測定した。

5. 調査結果および考察

(1) 暴露環境条件の把握

調査時の硫化水素濃度は測定下限値未満のため検知できなかった。これは、調査時の安全を図るために調査箇所の下水を一時的に排出したためと思われる。なお、下水道処理施設は条件によっては最大で 1,000ppm 以上の硫化水素濃度となる場合が報告されている¹⁾。本調査では硫化水素ガスは検知できなかったが、コンクリートの劣化が認められていることもあり、当該施設内では劣化因子である硫化水素が存在していたと推測される。また、施設内の気温は 19℃であった。

(2) 中性化深さおよび補修材残存厚さの測定

表-3 に中性化深さおよび補修材残存厚さの測定結果を示す。中性化深さは、補修部材上部から 2.2 mm, 2.6 mm, 5.3 mm となり、下部で大きくなった。補修材の残存厚さは、補修部材上部から 16.6 mm, 9.6 mm, 7.6 mm となり、下部で小さくなった。劣化は、補修部材の下部ほど大きく、補修部材の下に下水路が設置されているため、下部部材は飛沫帯などの劣化要因を含む状況にあったと推測される。

写真-1 に採取したコアの写真を示す。補修後 11 年経過した段階でも補修材の残存が確認された。

正木らの研究³⁾によると、室内試験において普通ポルトランドセメントと比べて耐酸性セメント系材料は硫酸による腐食劣化が小さいと報告しており、下水道処理施設に適用した場合においても耐酸性セメント系材料を用いたモルタルが残存したと推測される。

6. まとめ

耐酸性セメント系材料を用いたモルタルを下水道処理施設の試験補修工事に適用した結果、被覆厚さ約 20 mm で施工後 11 年が経過しても補修材が残存することを確認した。当該材料を用いることにより実構造物の延命が図れたと考えられる。

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マニュアル，2012
- 2) 平田隆祥ほか：耐酸性セメント系材料の基礎的性質，コンクリート工学年次論文集，pp1055-1060，Vol28，2006
- 3) 正木栄一ほか：耐酸性セメント系材料に関する基礎的研究，土木学会講演集V部門，pp431-432，2004

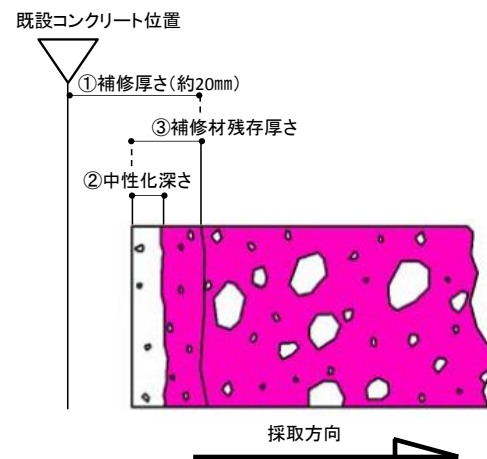


図-1 中性化深さ及び補修材残存厚さの測定位置

表-3 中性化深さ及び補修材残存厚さ測定結果

コア採取位置 (mm)	①補修厚さ (mm)	②中性化深さ (mm)	③補修材残存厚さ (mm)
340	21.6	2.2	16.6
740	19.6	2.6	9.6
970	22.6	5.3	7.6



写真-1 採取コアの状況