

アルミナセメントを用いた高耐久モルタルの下水環境への曝露試験

大成建設（株）土木技術研究所 正会員 〇宮原 茂禎, 正会員 大脇 英司
正会員 岡本 礼子, 正会員 新藤 竹文
日本下水道事業団 技術開発研修本部 遠山 晃二, 持田 雅司

1. はじめに

下水道施設では微生物が生成する硫酸によりコンクリートが早期に劣化することが知られている．その補修には塗布材やシート材を用いたライニング工法が適用される場合が多いが¹⁾，ピンホールなどの欠陥が起点となって膨れや剥れなどの問題を生じる場合がある．耐硫酸性をもつセメント系の補修材は，浸透した硫酸による躯体の劣化やライニングの欠陥の拡大を抑制する目的で使用されているが，ライニングの維持管理に要する労力や費用を削減するために，ライニングを必要とせずに長期間の供用が可能な，優れた耐硫酸性を有するセメント系補修材料の開発も望まれている．

著者らはこれまでに，アルミナセメントを用いて水和物の転化による強度低下を生じない，硫酸ナトリウムに対する抵抗性の高い補修用モルタルを開発し²⁾，さらに，5%の硫酸水溶液への浸せき試験により，高濃度の硫酸に対する耐久性を有することを確認している³⁾．本研究では，下水道施設の腐食環境やそれを模擬した促進装置への曝露試験を実施し，腐食程度を検証した．

2. アルミナセメントモルタルの配合および基礎物性

曝露試験に用いたアルミナセメントモルタル（以下，AC モルタル）の配合を表－1 に示す．アルミナセメントに高炉スラグ微粉末を添加することにより環境温度の変化による水和物の転化に起因する強度低下を抑制した⁴⁾．また，高強度を得るために水セメント比は 17% とした³⁾．AC モルタルの練上り後のフレッシュ性状および硬化後の圧縮強度を表－2 に示す．材齢 3 日での圧縮強度は 28N/mm²，28 日では 85N/mm² と良好な強度発現性を示した．なお，フレッシュ性状はコテ塗りやレベリングなど，用途に合わせて調整できるが，曝露試験には最も基本的な配合を用いた．

表－1 アルミナセメントモルタル（AC モルタル）の配合

水セメント比(%)	単位量(kg/m ³)			
	アルミナセメント, 高炉スラグ微粉末	水	けい砂	混和剤
17	993	164	1338	P×3.8%

表－2 AC モルタルのフレッシュ性状および圧縮強度

フレッシュ性状		圧縮強度(N/mm ²)		
テーブルフロー (0 打, mm)	単位体積質量(kg/m ³)	3 日	28 日	182 日
203	2396	29	85	98

3. 曝露試験の方法

AC モルタル試験体の寸法は φ50×100mm とし，練混ぜ後 1 日で脱型したのち 20℃，RH80% で 28 日間養生した．養生後に上下端面を耐硫酸性の樹脂でコーティングし，下水道施設の受水槽の気中部および，下水を用いて腐食環境を再現する腐食促進装置に 24 ヶ月間曝露した．硫化水素連続測定器を用いて測定した受水槽の硫化水素濃度は 20～100ppm であり，腐食環境としては厳しいⅠ～Ⅱ類に分類される¹⁾．促進装置は硫化水素濃度を 200ppm，温度 30℃，RH95% の条件で運転した．所定期間の曝露後にモルタルを取り出し，表面の脆弱部を取り除いたのち，侵食状況の目視観察，試験体の質量および直径の測定，EPMA による硫黄の浸透状況の分析を行った．なお，比較のために JIS R5201 1997 に規定される水セメント比 0.5，砂セメント比 3 のモルタル（JIS モルタル）も曝露した．

4. 曝露試験の結果

受水槽において 24 ヶ月間曝露したモルタルの状況を図－1 に示す．JIS モルタルは，表層が著しく脆弱化しており，その部位を取り除くと直径は 40mm となっていた．AC モルタルは表面が若干変色していたが，表層の脆弱化はみられず，24 ヶ月を経過しても直径にほとんど変化はなかった．

キーワード 下水道施設，硫酸，アルミナセメント，耐硫酸性，補修材料

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)土木技術研究所 TEL045-814-7228

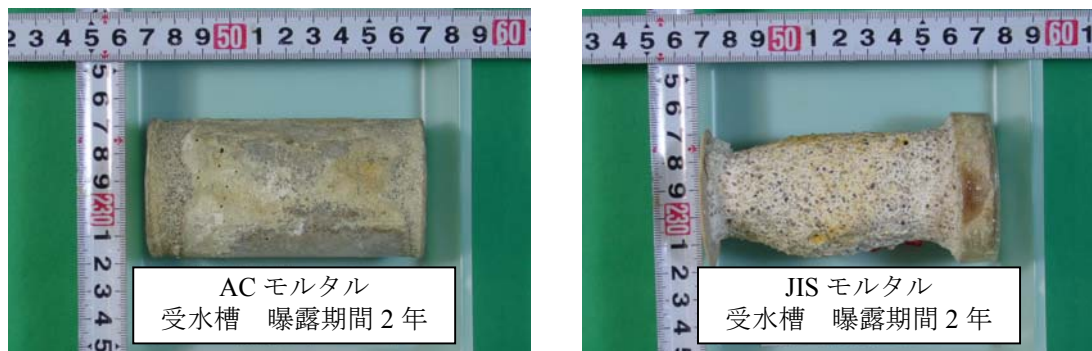


図-1 曝露後の試験体の状況

曝露前のモルタルの質量に対する曝露後の残存量の変化を図-2に示す。曝露試験とあわせて5%の硫酸水溶液に浸せきした結果についても示した。ACモルタルの曝露期間2年における残存率は受水槽で99%、腐食促進装置で98%であり、JISモルタルの55%および73%と比べて良好な耐硫酸性を示した。また本試験での腐食環境よりも5%の硫酸水溶液による促進試験のほうが著しく厳しい条件であることも明らかである。

図-3、図-4に受水槽へ2年間曝露したACモルタルおよびJISモルタルのEPMAによる硫黄の分布を示す。暖色系の色になるほど濃度が高いことを示している。試験体の中心部と比べて硫黄の濃度が高くなっている範囲を硫酸の浸透深さとし、欠損した厚さと硫酸の浸透深さの和を劣化深さとする。JISモルタルの劣化深さは23mmであったが、ACモルタルはわずか3mmであった。これらの結果より、ACモルタルが実際の腐食環境において高い耐硫酸性を有することが確認できた。

5. まとめ

アルミナセメントを用いて開発した高強度の補修用モルタルを下水道施設の腐食環境および下水道環境を模擬した促進装置へ曝露した。ACモルタルの劣化深さは2年間で3mmとわずかであり、実際の腐食環境においても高い耐硫酸性を有することが実証された。なお、本研究は日本下水道事業団、大成建設および宇部興産の共同研究成果の一部である。

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, 下水道事務管理センター, 2007
- 2) 岡本礼子ほか, アルミナセメントを用いた高強度モルタルの耐硫酸塩性, 土木学会第61回年次学術講演会 pp.41-42, 2006
- 3) 岡本礼子ほか, アルミナセメントを用いた高強度モルタルの耐硫酸性, 土木学会第60回年次学術講演会 pp.405-406, 2005
- 4) S.HIROSE, Hydration of High Almina Cement Mixed with Blast Furnace Slag, Gypsum & Lime, pp.8-12, No.233, 1991

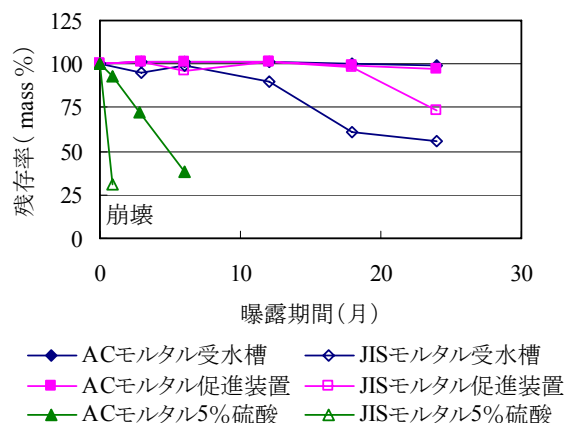


図-2 残存率の経時変化

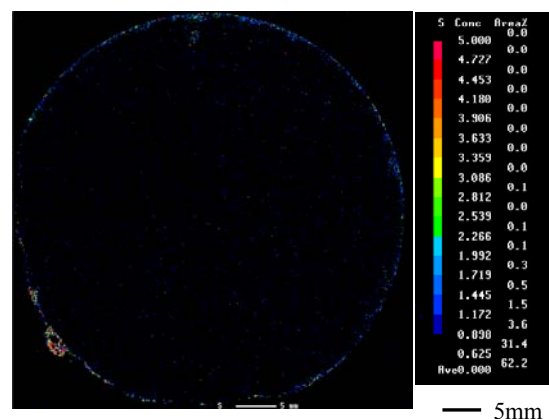


図-3 受水槽へ24ヶ月間曝露したACモルタルの硫黄の分布

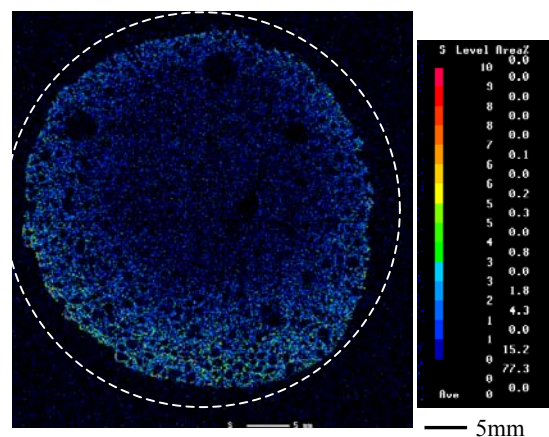


図-4 受水槽へ24ヶ月間曝露したJISモルタルの硫黄の分布