

耐酸性セメント系材料の高度浄水処理施設への適用性に関する基礎的研究

(株) デイ・シイ 正会員 ○正木 栄一 久保田 賢 二戸 信和
(株) 大林組 正会員 小澤 郁夫 平田 隆祥

1. はじめに

高度浄水処理施設では生物活性炭吸着池（以下 BAC 池）を導入することにより、水道水の品質向上が図られている。しかし一方では、実施設の BAC 池において液相部の躯体コンクリートが、カルシウムの溶脱に起因して空隙が増加し、劣化する事例¹⁾が起きている。BAC 池におけるカルシウム溶脱の原因¹⁾については、微生物の有機物分解により発生した炭酸がセメント中の水酸化カルシウムと反応して、硬化体中のカルシウム溶脱を促進すると考えられている。

本研究では、耐酸性セメント系材料（以下 TCR）を用いて作製したモルタル供試体を、室内において BAC 池を模擬した環境（以下 BAC 池モデル）および暗渠部を模擬した環境（以下暗渠モデル）に浸漬し、耐久性に関する基礎的な実験を行い、中庸熱ポルトランドセメント（以下 MC）と比較検討した。

2. 試験概要

2. 1 モルタルの使用材料

表－1 にモルタルの使用材料、表－2 に結合材の化学成分を示す。TCR の化学成分は MC に比べて CaO が少なく、SiO₂、Al₂O₃が多くなっている。

2. 2 モルタルの配合および前養生

表－3 に示すように、前養生の方法は水中養生とし、養生期間は TCR を 28 日、MC を 14 日とした。これは、モルタル供試体を各モデルに浸漬する際に、TCR と MC の圧縮強度を同程度に合わせるためである。

2. 3 モルタルの試験項目

表－4 に試験項目の一覧を示す。圧縮試験は前養生後に行い、透水試験、磨耗試験、安定性試験は、前養生後に BAC 池モデルおよび暗渠モデルに 4 週または 10 週まで浸漬させた後に行った。

2. 4 モルタルの試験方法

表－5 に各モデルの浸漬条件、表－6 に各試験の試験方法一覧を示す。BAC 池モデルの浸漬条件は、実施設における炭酸の発生を重炭酸ナトリウムで模擬し、活性炭による磨耗をワイヤーブラシで研磨することで模擬したモデルである。写真－1 に BAC 池モデルの浸漬状況を示す。

表－1 モルタルの使用材料

材料	記号	種類	物性・主成分
結合材 B	TCR	耐酸性セメント系材料	密度2.57g/m ³
	MC	中庸熱セメント	密度3.21g/m ³
水 W	W	水道水	
細骨材 S	S1	珪砂(TCRモルタルに使用)	6号品
	S2	標準砂(MCモルタルに使用)	JIS R 5201
※TCRを用いたコンクリートは、事前に水道施設の技術的基準を定める省令(平成12年厚生省令第15号)により、水道用資機材の材質に関する水質基準を満足していることを確認した。			

表－2 結合材の化学成分

結合材 種類	化学成分 (%)			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
TCR	50.3	14.4	2.7	26.3
MC	23.0	3.9	4.1	64.1

表－3 モルタルの配合および前養生

結合材 種類	W/B (%)	S/C (%)	前養生期間 (水中養生)
TCR	54	200	28日
MC	50	300	14日

表－4 モルタルの試験項目一覧表

結合材 種類	W/B (%)	S/C (%)	標準水中養生	BAC池モデルおよび暗渠モデル浸漬		
			圧縮試験	透水試験	磨耗試験	安定性試験
TCR	54	200	材齢28日	浸漬4, 10週		
MC	50	300	材齢14日	浸漬4, 10週		

表－5 BAC池モデルおよび暗渠モデルの浸漬条件

項目	BAC池モデル	暗渠モデル
溶媒	水道水	水道水
溶媒量	約65リットル	約65リットル
溶質	重炭酸ナトリウム(粉体状)	なし
溶質濃度	飽和	－
溶媒温度	20℃	20℃
浸漬容器	硬質プラスチック製容器	硬質プラスチック製容器
浸漬期間	4週、10週	4週、10週
浸漬液の管理	1週毎または6<pH<9の範囲を逸脱する毎に全量交換	1週毎または6<pH<9の範囲を逸脱する毎に全量交換
備考	1週毎にワイヤーブラシで研磨	浸漬中は静置

キーワード：耐酸性セメント系材料，高度浄水処理，生物活性炭吸着池（BAC 池），安定性試験，緻密性
連絡先：〒210-0005 神奈川県川崎市川崎区東田町 8 番地パレール三井ビル 17 階 (株) デイ・シイ TEL 044-223-4753

3. 試験結果

3. 1 モルタルの圧縮試験

TCR の材齢 28 日強度は 45.7N/mm^2 、MC の材齢 14 日強度は 46.0N/mm^2 となり、各モデルの浸漬開始時の圧縮強度はほぼ同等であった。

3. 2 モルタルの透水試験

図-1 に透水試験結果（浸透量）を示す。浸漬 10 週の浸透量はどちらの浸漬モデルにおいても、TCR の方が少なく、MC の 1/2 程度で、優れた緻密性を有していた。TCR、MC とともに浸漬期間の増加に伴い浸透量が減少しているが、これは材齢増加に伴い結合材の水和が進行し、緻密性が向上したためと考えられる。また、別途測定した浸漬 10 週の浸透深さは、どちらの浸漬モデルにおいても、TCR、MC とともに 0.1mm 以下であった。

3. 3 モルタルの磨耗試験

図-2 に磨耗試験結果（質量変化率）を示す。浸漬 10 週の質量変化率（磨耗減量）は、BAC 池モデルで TCR は 2.09%、MC は 1.68%、暗渠モデルで TCR は 1.95%、MC は 1.58% となり、TCR と MC はほぼ同等であった。TCR、MC とともに浸漬期間の増加に伴い磨耗減量が減少しているが、これは材齢増加に伴い結合材の水和が進行し耐磨耗性が向上したためと考えられる。

3. 4 モルタルの安定性試験

図-3 に安定性試験結果（質量変化率）を示す。浸漬 10 週の質量変化率は、BAC 池モデルで TCR は 3.06%、MC は 3.71% 増加し、暗渠モデルで TCR は 0.47%、MC は 1.35% 増加した。TCR の方が、質量の変化率が小さい結果となった。TCR、MC とともに浸漬期間の増加に伴い、質量が増加しているが、これは材齢増加に伴い結合材の水和が進行しているためと考えられる。また、TCR の外観観察結果は、どちらの浸漬モデルにおいても、供試体の寸法や表面状態は浸漬前と大きな差が生じること無く、良好な状態であった。

4. まとめ

本研究により、高度浄水処理施設の BAC 池環境に対する耐酸性セメント系材料の適用性について、以下のことが判った。

（1）BAC 池モデルに浸漬 10 週した後の耐酸モルタルは、中庸熱モルタルと比較して透水性、安定性とも優れた性能を有していた。

（2）BAC 池モデルに浸漬 10 週した後の耐酸モルタルは、浸漬前と比較して透水性、磨耗性、安定性が向上しており、硬化体からのカルシウムの溶脱低減に有効であると考えられる。

（3）本研究では、BAC 池モデルの浸漬期間を 10 週としたが、今後は長期に亘る浸漬での調査が課題である。

謝辞 本研究を行うにあたり、(株)太平洋コンサルタントの皆様にも多大なる御協力を頂きました。ここに付記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 塩田勉，高原隆：高度浄水施設におけるコンクリートの劣化調査，第 55 回全国水道研究発表会，pp. 268-269 2004

表-6 透水，磨耗，安定性試験の試験方法一覧表

項目	BAC池モデル	暗渠モデル
圧縮試験	JIS R 5201	
透水試験	JSCE K 533-1999, 水圧98kPa	
磨耗試験	JIS K 5600-5-9	
安定性試験	外観観察，質量変化率測定	



写真-1 BAC池モデルの浸漬状況

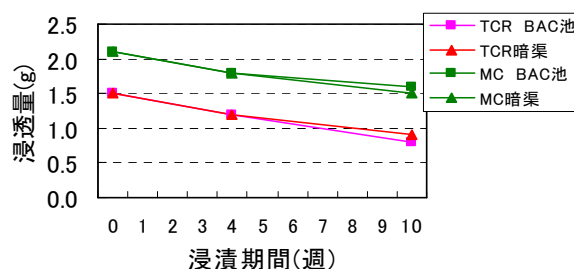


図-1 透水試験結果

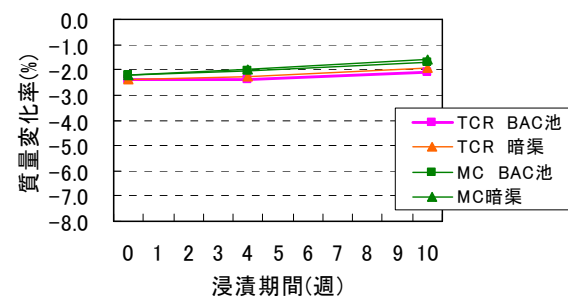


図-2 磨耗試験結果

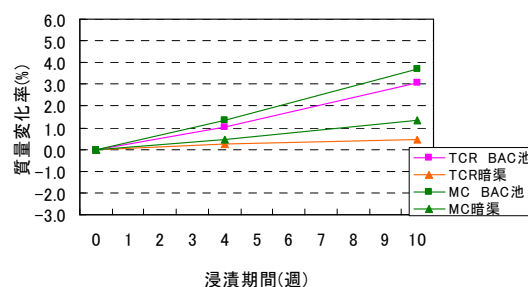


図-3 安定性試験結果