

耐酸性セメント系材料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 新村 亮 平田 隆祥

1. はじめに

下水道施設では、下水汚泥から発生する硫化水素ガスが硫黄酸化細菌によって酸化され、生成された硫酸がコンクリートを化学的腐食により劣化させる事例が起きている。¹⁾ 今回開発した耐酸性セメント系材料は、従来のセメントに換えてコンクリートに用いることにより、硫酸腐食等が予想されるコンクリート構造物の耐酸性を向上させることができる。

本研究では耐酸性セメント系材料（以下 TCR）を用いたコンクリート、モルタルの基礎的な性能について、室内試験を実施し、普通ポルトランドセメント（以下 OPC）と比較検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

表－1 に使用材料、表－2 に結合材の化学成分を示す。TCRの化学成分はOPCに比べてCaOが少なく、SiO₂、Al₂O₃が多くなっている。また、表－3 にコンクリートの配合を示す。なお、コンクリートのフレッシュ性状として、スランプ 12±2.5cm、空気量 4.5±1.5%、練り上がり温度 20℃を目標値とした。

2.2 試験項目

表－4 に試験項目の一覧を示す。

2.3 試験方法

(1) コンクリートのフレッシュ性状および圧縮強度試験

フレッシュ性状および圧縮強度試験は JIS A 1101、JIS A 1128、JIS A 1108 に準拠した。なお、供試体の養生条件は各材齢まで 20℃または 40℃の促進水中養生とした。

(2) モルタルの硫酸浸漬試験

練り上がったコンクリートからウェットスクリーニングして採取したモルタルで円柱供試体（Φ10×20cm）を作製した。材齢 28 日まで 20℃または 40℃の促進水中養生を行った後、20℃の 5%硫酸溶液に浸漬した。所定の材齢まで浸漬させた後、中性化深さおよび質量変化率を測定した。なお、質量変化率は浸漬前後の供試体質量差を測定し、浸漬前質量の百分率として算出した。

キーワード：耐酸性材料，硫酸浸漬試験，中性化深さ，質量変化率

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 T E L 044-223-4753

表－1 使用材料

材料	記号	種類	物性・主成分
結合材 P	TCR	耐酸性セメント系材料	密度2.56g/m ³
	OPC	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/m ³
水	W	水道水	
細骨材	S	陸砂	表乾密度2.60g/m ³ ， 吸水率1.56%，粗粒率2.82
粗骨材	G	硬質砂岩碎石2005	表乾密度2.64g/m ³ ， 吸水率0.80%，粗粒率6.66
混和剤	SP	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系

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	49.8	13.6	2.6	26.7
OPC	21.3	5.1	2.9	64.2

表－3 コンクリートの配合

結合材 種類	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	P	S	G	SP
TCR	30	48.5	153	510	760	820	P×1.3%
	40	50.5	153	383	856	852	P×1.5%
OPC	30	48.5	153	510	808	871	P×1.3%
	40	50.5	153	383	894	889	P×1.2%

表－4 試験項目一覧表

結合材 種類	W/P (%)	養生 温度 (℃)	コンクリート試験		モルタル試験				X線回折
			フレッシュ性状	圧縮強度	硫酸浸漬試験(浸漬期間)				材齢28日
			スランプ、 空気量、温度	材齢7日、 28日、56日	中性化深さ		質量変化率		
					(30日)	(60日)	(30日)	(60日)	
TCR	30	20	○	○	○	○	○	○	○
	40	20	○	○	○	×	○	×	○
	40	40	○	○	○	×	○	×	○
OPC	30	20	○	○	○	○	○	○	○
	40	40	○	○	○	×	○	×	○

(3) X線回折測定

材齢 28 日圧縮強度試験後の供試体内部から、粗骨材を除くモルタル片を取り出し、アセトン中に浸漬し水和停止を行った。水和停止後のモルタル片を粗砕し、90 μm のふるい通過分を乳鉢で微粉碎したものを試料とし X 線回折測定を行った。

3. 試験結果

3.1 コンクリートのフレッシュ性状および圧縮強度試験

フレッシュ性状は SP 剤および空気連行剤の使用量を調整することで目標値を得ることができた。同一スランプ、同一空気量を得るための SP 剤および空気連行剤の使用量は OPC に比べて TCR が多くなる傾向にある。また、図-1 に圧縮強度試験結果を示す。20°C 養生の場合は TCR よりも OPC の方が、強度発現が大きかったが 40°C 促進養生の場合は逆に TCR の方が OPC よりも大きかった。

3.2 モルタルの硫酸浸漬試験

図-2、図-3 に 5% 硫酸溶液浸漬後のモルタル供試体における、中性化深さおよび質量変化率測定結果を示す。中性化深さ、質量変化率は何れの配合でも TCR の方が OPC よりも良好であった。また図-4、図-5 に 5% 硫酸溶液浸漬後の供試体状況写真を示す。写真の供試体は W/P=30%、20°C 水中養生の条件で比較したものであり、TCR に対し、OPC の方がより大きな浸食を受けていることが確認できた。

3.3 X線回折測定

OPC 試料からはセメント水和物である水酸化カルシウムが顕著に確認されたが、TCR 試料からは確認されなかった。この水和反応特性の相違により TCR が耐酸性の向上に有効であることが確認された。

4. まとめ

本研究により、今回開発した耐酸性セメント系材料について以下のことが判った。

(1) 同一スランプ、同一空気量を得るための SP 剤および空気連行剤使用量は普通ポルトランドセメントに比べて多少増加する傾向にある。

(2) コンクリートの圧縮強度発現性は養生温度に大きな影響を受けるが、配合設計、養生計画等を考慮することにより実用上問題はない。

(3) モルタルの硫酸浸漬試験では普通ポルトランドセメントに比べて中性化深さ、質量変化率とも小さく、耐酸性の向上に有効である。

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) 東京都下水道局施設管理部：コンクリート改修技術マニュアル 処理施設編 平成 15 年 3 月

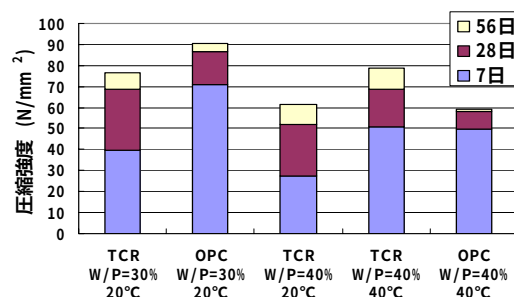


図-1 コンクリートの圧縮強度

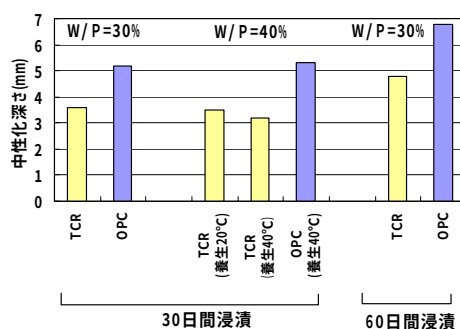


図-2 モルタルの中性化深さ (5%硫酸溶液浸漬後)

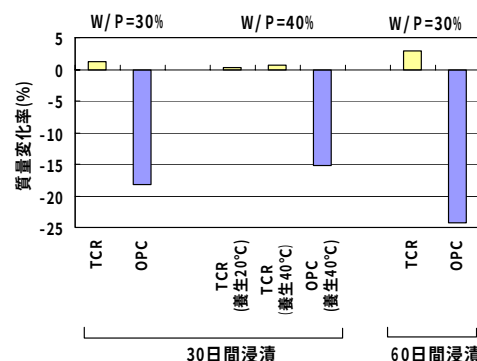


図-3 モルタルの質量変化率 (5%硫酸溶液浸漬後)



(TCR 20°C養生)



(OPC 20°C養生)

図-4 5%硫酸溶液浸漬 30 日後の供試体 (W/P=30%)



(TCR 20°C養生)



(OPC 20°C養生)

図-5 5%硫酸溶液浸漬 60 日後の供試体 (W/P=30%)