

大成建設(株)技術研究所 正会員 丸屋 剛
 大成建設(株)土木設計部 正会員 白石俊英
 大成建設(株)技術研究所 正会員 松岡康訓

1. まえがき

下水処理場の汚泥貯蔵層、濃縮層などでは高濃度の硫酸が生成されるため非常に激しい劣化環境となり、コンクリートは早期に劣化していることが現地調査により明らかとなっている¹⁾。現在、コンクリート構造物の劣化防止対策としては、コンクリート表面を耐食性の合成樹脂系材料で被覆し、劣化因子の進入を防止する方法が一般的である。本検討では、強硫酸酸性環境に耐久的なセメント系材料を選定することを目的として、モルタル供試体を高濃度硫酸に浸漬することにより促進劣化試験を実施した。

2. 実験概要

表-1 検討した配合

配合選定の基本的考え方は

①組織を緻密にして硫酸の浸透を抑制する配合、②硫酸による分解を抑制する配合、③分解された組織の剥離を抑制する配合、④比較としてポリマーを用いた配合、である。この考え方から表-1に示す17種類の配合を選定した。試験

配合	W/C (%)	S/C	F/M (vol%)	P/C (wt%)	結合材の種類と混和材の比率					繊維の種類	ポリマーの種類
					OP	SR	AL	JT	FA		
R-1	4.5	1.5	0	0	1						
R-2	6.0	2.2	0	0							
R-3	6.0	2.2	0	0	0.75					0.25	
R-4	6.0	2.2	0	0		0.85				0.15	
R-5	6.0	2.2	0	0		0.80				0.20	
R-6	6.0	2.2	0	0		0.75				0.25	
R-7	6.0	2.2	0	0		0.80			0.20		
R-8	4.5	1.5	0	0				I			
R-9	4.5	1.5	0	0					I		
R-10	6.0	2.2	1.0	0		1				アラミド	
R-11	6.0	2.2	1.0	0		1				ビニロンド	
R-12	6.0	2.2	1.0	0		0.80				0.20	アラミド
R-13	6.0	2.2	1.0	0		0.80			0.20		アラミド
R-14	6.0	2.2	0	1.0	1						SBR系
R-15	6.0	2.2	0	0.3	1						PVA系
R-16	6.0	2.2	0	1.0	1						アクリル系
R-17	6.0	2.2	1.0	0.3	1						PVA系

測定項目は練り上がり後の温度、テーブルフロー、単位容

F/M: 繊維混入率、M: モルタル、P/C: ポリマーセメント比、OP: 普通ポルトランドセメント
 SR: 耐硫酸塩ポルトランドセメント、AL: アルミナセメント、JT: ジェットセメント
 FA: フライアッシュ、SF: シリカフューム

積重量、圧縮強度試験(φ5×10cm)、曲げ強度試験(4×4×16cm)、重量変化測定(φ5×10cm)である。また、浸漬液である高濃度硫酸の濃度は既存の下水処理場で測定された値から13,000ppmとした。供試体の作製はJISモルタルの作製方法に準拠したが、繊維補強の配合に関しては繊維混入にあたり練りませ時間を延長した。供試体は作製後28日間標準養生を行い、その後硫酸溶液に3ヶ月、6ヶ月、18ヶ月浸漬した。ただし、ポリマーセメントモルタルに関しては、7日間の標準養生後17日間20℃60%RHで養生し、さらに材令28日まで標準養生を行った。

3. 実験結果

(1) 圧縮強度

図-1~3に圧縮強度の経時変化を示す。普通ポルトランドセメントでW/C=60%では浸漬期間18ヶ月で破壊しているのに対し、W/C=45%では圧縮強度が若干低下する傾向にあるものの十分な強度を保持している。普通ポルトランドセメントをシリカフュームで25%置換すると、W/C=60%であるにもかかわらず破壊に至らないが圧縮強度の低下傾向は明らかである。耐硫酸塩ポルトランドセメントをシリカフュームで置換した配合では、浸漬期間6ヶ月までは圧縮強度の低下がみられるが、その後18ヶ月まではほとんど低下しない。また、耐硫酸塩ポルトランドセメントを置換する混和材の種類は、フライアッシュ、シリカフュームでも圧縮強度にほとんど影響を及ぼさない。アルミナセメントおよびジェットセメントを使用した配合では、浸漬前の圧縮強度が大きく、浸漬期間の増加にともないう圧縮強度の減少傾向が大きい。ポリマーセメントモルタルでは、PVA系およびアクリル系のポリマーを使用した配合は浸漬期間18ヶ月で破壊したが、SBR系は若干の強度低下を示した。

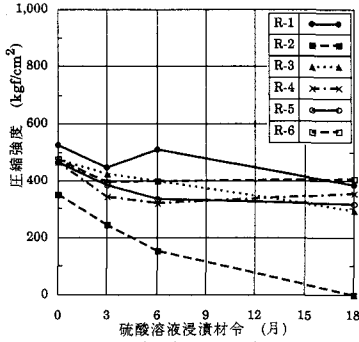


図-1 圧縮強度試験結果(R-1~R-6)

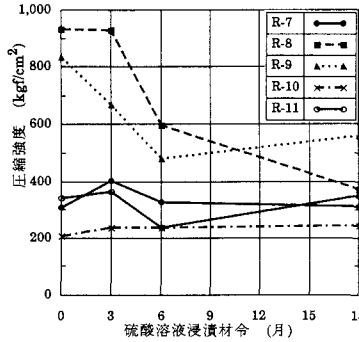


図-2 圧縮強度試験結果(R-7~R-11)

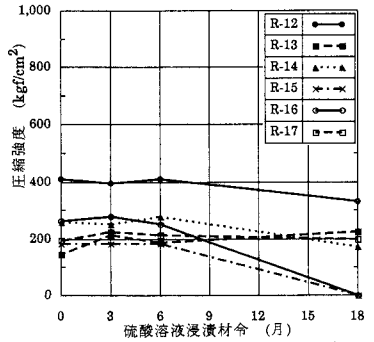


図-3 圧縮強度試験結果(R-12~R-17)

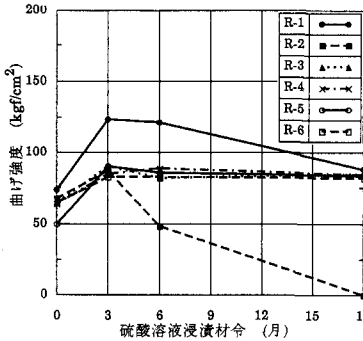


図-4 曲げ強度試験結果(R-1~R-6)

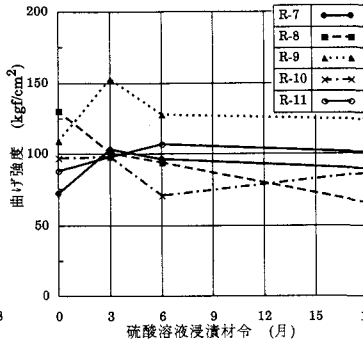


図-5 曲げ強度試験結果(R-7~R-11)

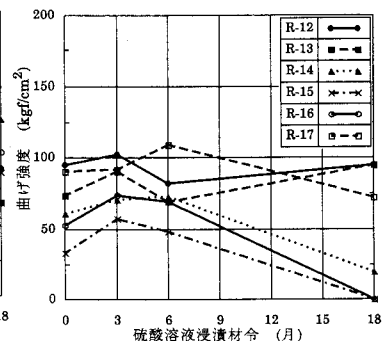


図-6 曲げ強度試験結果(R-12~R-17)

(2) 曲げ強度

図-4~6に曲げ強度の経時変化を示す。繊維補強以外の配合の曲げ強度特性は圧縮強度特性とはほぼ同様であった。また、繊維補強の配合では繊維の種類にかかわらず曲げ強度の低下傾向は小さかった。また、繊維補強を行わないアクリル系のポリマーセメントモルタルは破壊しているにもかかわらず、繊維補強した配合では破壊しておらず、繊維補強の効果があることが明らかである。

(3) 重量変化

図-7に浸漬期間18ヶ月における重量変化測定結果を示す。重量変化は(ワイヤブラシによる掻き落とし後の重量-標準養生後の重量) / (標準養生後の重量) × 100 (%)として示した。アラミド繊維による補強の配合以外は重量が減少するが、アラミド繊維補強の配合は重量が増加する。これは、硫酸の浸透により重量が増加した分、剥離がないことにより重量が増加したものと考えられる。

4. まとめ

圧縮強度、曲げ強度、重量変化の試験結果から総合的に評価すると、組織を緻密にして劣化因子である硫酸の浸透を抑制し、分解された組織の剥離を防止する配合が適当であると考えられる。従って、以下に示す配合を高濃度硫酸に抵抗する配合として選定した。

- ①耐硫酸塩ポルトランドセメント+アラミド繊維、②耐硫酸塩ポルトランドセメント+ビニロン繊維、③耐硫酸塩ポルトランドセメント+フライアッシュ+アラミド繊維、④耐硫酸塩ポルトランドセメント+シリカフェーム+アラミド繊維

参考文献

1) 中本至・谷戸善彦：下水処理場におけるコンクリートの劣化に関する研究，土木学会論文集第403号/W-10, 1989年3月

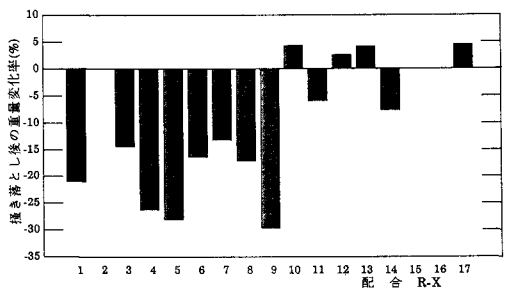


図-7 重量変化