

高炉スラグによるコンクリートの耐硫酸性の向上に関する研究

花王株式会社 正会員 ○佐藤 孝洋
株式会社トップコン 峯 秀和
名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

下水道の環境ではイオウ代謝により硫酸を発生するチオバチルスが繁殖する傾向にあり、セグメントなどコンクリート製品の劣化を生じさせる要因となっている¹⁾。本研究では高炉スラグを配合することにより、耐硫酸性が向上することを報告する。

2. 実験概要

2. 1. 使用材料及び配合

表-1 に使用材料を示す。

2. 2. 耐硫酸試験用供試体作成

2. 2. 1. モルタル供試体

表-2 に示した配合のモルタルを DALTON 社製万能混合攪拌機を使い 20℃、63rpm で 90 秒間練り得た後、型枠 4cm×4cm×16cm に充填しモルタル供試体を作成した。供試体は前置き 2hr→40℃へ 2hr で昇温→40℃5 時間→20℃へ 2hr で降温と蒸気養生を行った後 1 週間水中養生を行い耐硫酸性試験用供試体を得た。

2. 2. 2. コンクリート供試体

表-3 に示した配合のコンクリートを

プラントミキサー（2 軸）にて 2 分間練り、φ10×20cm 供試体に充填し、20℃で 24hr 時間気中養生を行った後 1 週間水中養生を行い耐硫酸性試験用供試体を得た。

2. 3. 硫酸浸漬試験

5%硫酸水溶液を 10kg 入れたポリプロピレン製コンテナに対してモルタル供試体は 10 本、コンクリート供試体ならば 3 本入れ、供試体同士で密着しない程度に間隔を空け、全て浸漬させた。5%硫酸水溶液は JSTM C 7401²⁾ および JSTM C 7402³⁾ に准じた濃度であり、これら試験方法に則り 1 週間毎に 5%硫酸水溶液は新しいものに交換した。これらコンテナは気温 20℃で暗所に最も長いサンプルで 1 月間放置した。

2. 4. 耐硫酸性の評価

硫酸溶液の pH、供試体の寸法、中性化、重量及び圧縮強度を測定し劣化の程度を観察、耐硫酸性の指標とした。圧縮強度測定時には劣化した供試体の端面をあらかじめ研磨した。

3. 結果と考察

3. 1. モルタル供試体試験結果

モルタル供試体を浸漬した 5%硫酸水溶液の pH の変化について図 1 に、モルタル供試体の重量変化について図 2 に、中性化について図 3 に、圧縮強度について図 4 に、写真 1 に 4 週間後の各供試体の状態を示した。いずれの場合もスラグ配合品は未配合品と比較して劣化が少なく耐硫酸性に優れていた。また劣化状態は普

表-1 使用材料

材料	略号	種類	密度 g/cm ³	比表面積 cm ² /g
セメント	NC	普通ポルトランドセメント	3.16	3300
	HC	早強ポルトランドセメント	3.14	4600
粗骨材	G	兵庫県西島産真浦産	表乾2.63	—
細骨材	S1	広島県大柿町秀地産	表乾2.58	—
	S2	兵庫県西島産真浦産	表乾2.58	—
高炉スラグ	BS	神鋼スラグ製品(株)	2.89	4000
減水剤	A	花王マイテイ21VS	1.06	—

表-2 モルタル実験配合

配合 No	W/P (%)	単位量(g)						A 対粉体
		W	NC	HC	BS	S1	S2	
M1	35	165	472	—	—	457	193	0.50%
M2			—	472	—			
M3			236	—	236			
M4			—	236	—			

表-3 コンクリート実験配合

スラブ (cm)	空気量 (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
				W	HC	BS	S1	S2	G	A
8.0±1.5	1.5±1.0	35	41%	150	215	214	508	218	1068	2.73

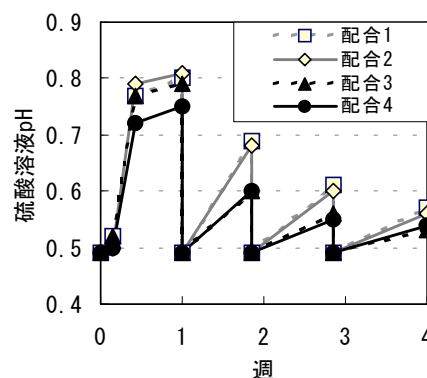


図 1 モルタル供試体試験での硫酸溶液の pH の変化

キーワード 耐硫酸性、下水道、早強ポルトランドセメント、高炉スラグ、二次製品、高性能減水剤

連絡先 〒131-8501 東京都墨田区文花 2-1-3 (社) 花王株式会社化学品事業本部 TEL 03-5630-7655

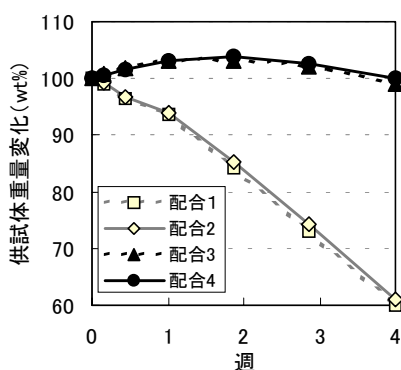


図2 モルタル供試体重量変化

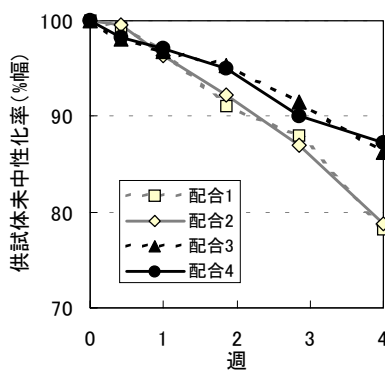


図3 モルタル供試体の中性化

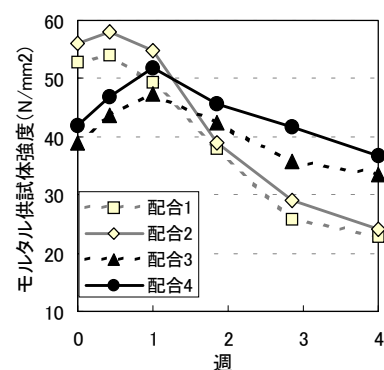


図4 モルタル供試体圧縮強度変化



↑ 基本 M1 M2 M3 M4

写真1 モルタル供試体4週後

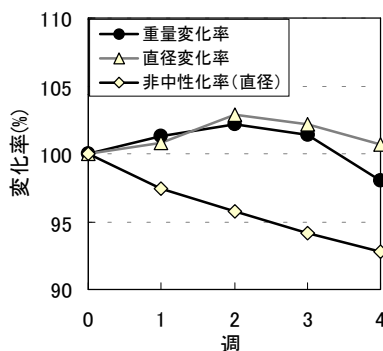


図5 コンクリート供試体変化

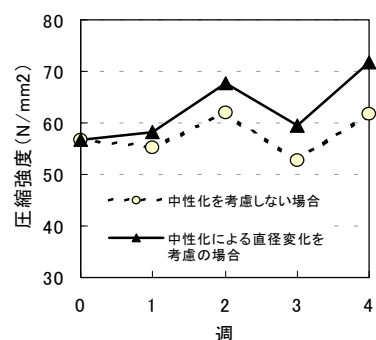


図6 コンクリート供試体圧縮強度変化

通セメントよりも早強セメントの方が良好であった。強度やブレン値が影響しているものと考えている。

3. 2. コンクリート供試体試験結果

コンクリート試験はモルタル試験で耐硫酸性に最も優れていた早強セメント+高炉スラグの組み合わせで行った。コンクリート供試体の重量・長さ変化及び中性化について図5に、圧縮強度について図6に、写真2に経時劣化していく状態を示した。重量変化や中性化の進行具合はモルタルの結果と同様の傾向であったが、コンクリートの方が劣化程度は小さかった。粗骨材を配合している為と推察される。圧縮強度はモルタルの結果と異なり、むしろ経時的に高くなった。養生期間が1週と短かった為、5%硫酸水溶液中であっても養生が進んだものと考えられる。モルタル供試体の強度が落ちた理由としてはモルタル供試体は比較的劣化が激しかったこと、コンクリート供試体とアスペクト比が異なること、粗骨材の影響等が考えられる。

↑ 1週 2週 3週 4週
写真2 コンクリート供試体の経時劣化

4. まとめ

- ・ モルタル試験：高炉スラグを配合することで耐硫酸性が向上する。
- ・ モルタル試験：普通セメントよりも早強セメントの方が耐硫酸性が高い傾向であった。
- ・ コンクリート試験：高炉スラグを配合した場合5%硫酸水溶液に4週間浸漬しても強度低下しない。

謝辞 本実験を行うに際し多大なご協力及びご指導を戴いた大阪市都市環境局北部管理事務所様、都築コンクリート株式会社様に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 小山秀樹ほか：下水道施設とコンクリート，セメント・コンクリート，No648，Feb. 2001
- 2) 建材試験センター：JSTM C 7401，溶液浸せきによるコンクリートの耐薬品性試験方法，1999. 5. 28
- 3) 建材試験センター：JSTM C 7402，溶液浸せきによるコンクリートペーストの耐薬品性試験方法，1999. 5. 28