

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Ⅱ

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

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⁾。前報で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した²⁾。本報では早強セメントにスラグを配合したコンクリートが高炉セメントB種を使用したコンクリートよりも耐硫酸性およびPC配合に優れていることを報告する。

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

表-2 に示した配合のコンクリートを IHI 社製の 2 軸ミキサーにて1分間練り、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 供試体に充填し、 20°C で 24hr 時間気中養生を行った後、5 日封緘養生し、最後に 1 日水中養生して ($\sigma 7$) 耐硫酸性試験用供試体を得た。

2.3 硫酸水溶液浸漬試験

1, 3, 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コンクリート供試体を 3 本、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。JSTM C 7401²⁾ に則り 1 週間毎に硫酸水溶液は新しいものと交換した。これらコンテナは気温 20°C で暗所に 4 週間 ($\sigma 35$) 放置した (写真 1 参照)。これらコンクリートの凝結及び硬化物性については表-3 に示した。

2.4 耐硫酸性の評価

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。また本報の圧縮強度値は劣化による供試体断面積の変化は考慮せず 10cm ϕ として計算した値である。

3. 結果と考察

表-3 から配合 1 と配合 2 は殆ど同じ圧縮強度であるが、早強セメントを配合した配合 1 の方が凝結終結時間が早くプレキャストの配合として適していると考えられた。

供試体の重量変化について図 1 に示した。重量比とは 4 週間硫酸水溶液に浸漬した供試体重量を浸漬直前の供試体重量で除した百分率値である。硫酸水溶液浸漬による中性化について図 2 に示した。圧縮強度については図 3 に示した。相対圧縮強度とは 4 週間硫酸水溶液に浸漬した供試体の圧縮強度値を 4 週間水中養生し

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	BB	高炉セメントB種	3.04	3850
	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 2005	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	AD	花王マイテイ21VS	1.06	—



写真 1 供試体の硫酸水溶液浸漬風景

表-2 コンクリート実験配合

配合	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	w/c (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)							AD (kg)	
					W	HC	BB	BS	S1	S2	G		air
1	20	8.0 \pm 1.5	35	40.3	154	220		220	212	495	1068	20 \pm 10	2.73
2	20	8.0 \pm 1.5	35	40.4	154		440		213	497	1068	20 \pm 10	2.73
3	20	8.0 \pm 1.5	35	40.8	154	440			217	506	1068	20 \pm 10	2.73

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 TEL03-5630-7655

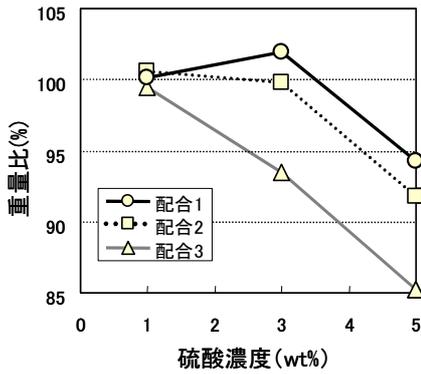


図1 供試体重比の変化

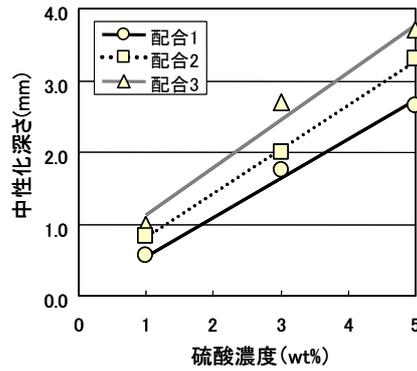


図2 供試体の中性化

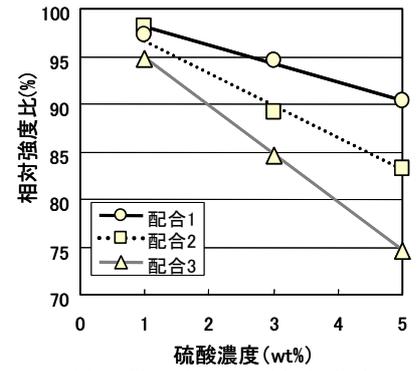


図3 供試体の相対圧縮強度変化

表-3 コンクリート物性

配合	凝結時間		σ_7 N/mm ²	σ_{35} N/mm ²
	始発	終結		
1	4:19	4:51	45.0	69.2
2	4:57	7:02	46.6	69.0
3	—	—	62.2	76.6



写真2 コンクリート供試体の経時劣化

た供試体の圧縮強度値で除した百分率値である。4週間後の各供試体の状態を写真2に示した。

いずれの結果も、早強セメント+スラグ品（配合1）が最も劣化が少なく耐硫酸性に優れ、続いて高炉B種セメント、早強セメント単体（配合3）の順に耐硫酸性に劣っている事を示していた。配合3が最も劣化が大きいのは W/C が低いコンクリート程硫酸の影響を受け安いため⁴⁾と考えられる。セメント成分中のアルカリ化合物はエトリンガイトを経て硫酸石膏へと変質する¹⁾ことが知られているが、エトリンガイトは膨張するため供試体からの変質部離脱が起きやすいと思われる。高炉スラグの場合アルカリ分はシリカ成分により保護されているため直接硫酸に晒されにくく劣化速度が遅いため離脱や中性化が小さくなると考えられた。

4. まとめ

- ・ 早強セメント:高炉スラグ=5:5 配合は高炉B種セメント配合よりも耐硫酸性に優れていた。
- ・ 早強セメント:高炉スラグ=5:5 配合は高炉B種セメント配合と同程度の圧縮強度であるが凝結終結時間が早くプレキャストの配合として適している

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) 中沢均：下水道施設とコンクリート，防食技術の開発と今後の展望，セメント・コンクリート，No653，Jul. 2001
- 2) 梅原秀哲ほか：土木学会第60回年次学術講演概要集，V-553，2005
- 3) 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
- 4) 栗本雅裕ほか：塩害と中性化の複合劣化および硫酸腐食によるコンクリートの劣化予測モデル，コンクリート工学，Vol. 44，No. 2，2006. 2