

コンクリート混和材としての脱リンスラグの利用に関する研究

日本大学理工学部

学生会員

○尾上博一

日本大学理工学部

正会員

梅村靖弘

1. はじめに

製鋼スラグは年間約 1,000 万 t 発生し、この内、脱リンスラグが約 380 万 t を占めるが、遊離石灰 (f-CaO) の水和と酸化鉄 (FeO) の酸化による膨張崩壊のため有効利用が進んでいない。しかし、著者らは 500℃、2 時間の焼成による安定化処理方法を見出している¹⁾。本研究は、脱リンスラグのコンクリート混和材としての利用を目的として、高炉スラグを脱リンスラグで置換した場合の初期水和発熱、圧縮強度、乾燥収縮、断熱温度上昇量への影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合条件：使用材料及びモルタルの配合を表-1、表-2 に示す。水結合材比を 50% 一定とし、JIS R 5201 に準拠してセメント (混和材を含む) と細骨材の質量比は 1 : 2 とした。

2.2 試験方法

(1) 水和発熱速度試験：水和発熱速度は、双子型伝導微少熱量計により測定した。水結合材比は 50% とし、測定は水と結合材試料の温度を 20℃ 一定にさせた後、注水し 2 次ピークの発現まで行った。

(2) 圧縮強度試験：JIS A 1108 に準拠し、供試体は、φ5×h10 cm のモルタル供試体とし、試料材齢まで室温 20℃ の恒温槽で封緘養生した。

(3) 細孔径分布測定試験：室温 20℃ の恒温槽で封緘養生した φ5×h10 cm のモルタル供試体中央部より取り出した直径約 5mm の試料を、アセトンに 3 時間浸漬し、D-dry で 3 時間乾燥させた後、細孔径分布を水銀圧入式ポロシメーターを用いて測定した。

(4) 乾燥収縮率試験：JIS R 1129 に準拠し、4×4×16 cm の供試体を作製した。材齢 3 日で脱型し、供試体は温度 20℃、相対湿度 60% に保ったデジケータ内で気中養生し、乾燥収縮率及び質量変化率を測定した。

(5) 断熱温度上昇量試験：簡易型断熱温度上昇装置を用いて、断熱温度上昇量を測定した。コンクリート配合を表-3 に示す。混和剤は、リグニンスルホン酸系 AE 減水剤 (Ad) を使用、コンクリートの単位結合材量は 290kg/m³、水結合材比は 60% とした。

表-1 使用材料

材料名	略号	備考
練混ぜ水	W	蒸留水
普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.16g/cm ³ プレーン値: 3320cm ² /g
細骨材	S	表乾密度: 2.64g/cm ³ 粗粒率: 2.42
粗骨材	G	表乾密度: 2.68g/cm ³ 粗粒率: 6.57
混和材	高炉スラグ	BS 密度: 2.88g/cm ³ プレーン値: 4640cm ² /g
	脱リンスラグ	AD 焼成処理 (500℃) DS 密度: 3.33g/cm ³ プレーン値: 4500cm ² /g

表-2 モルタル配合

配合	記号	水結合材比[%]	単位量[kg/m ³]				
			W	C	AD		S
					BS	DB	
PL		50	318	636	0	—	1271
BS			318	318	318	—	1271
DS			318	318	—	318	1271
BD			318	318	159	159	1271

表-3 コンクリート配合

配合記号	水結合材比[%]	単位量[kg/m ³]						
		W	C	AD			S	G
				BS	DN	DB		
PL	60	174	290	—	—	—	827.9	1023.3
BS			145	145	—	—	822.5	1016.7
DS			145	—	—	145	830.7	1026.7
BD			145	72.5	—	72.5	826.6	1021.7

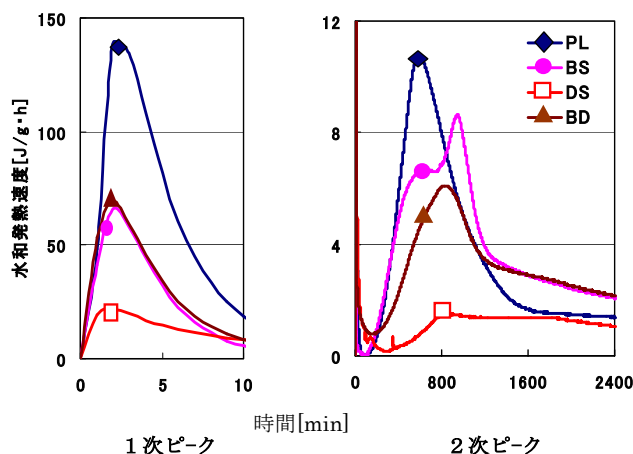


図-1 水和発熱速度

キーワード 高炉スラグ 脱リンスラグ 混和材 乾燥収縮 断熱温度上昇量

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 理工学部土木工学科 TEL/FAX 03-3259-0682

3. 試験結果と考察

3.1 水和発熱速度：図-1 に水和発熱速度を示す。1 次ピーク時において BS と比較すると、DS は 67% 低下したが、BD は同程度となった。2 次ピーク時では、DS は 77%，BD は 10% 低下した。BS の 2 次ピーク付近に顕著に見られるモノサルフェートの生成反応が BD では認められなかった。

3.2 圧縮強度と細孔径分布：図-2 に圧縮強度と全細孔容積を示す。圧縮強度について、BS と比較すると、DS は材齢 3 日で 50%，材齢 7 日で 30%，材齢 28 日で 20% 低下した。BD では、材齢 3 日において 10% 低下したが、材齢 7，28 日では同程度の強度を発現した。圧縮強度と全細孔容積には図-3 に示すように相関関係が認められ、全細孔容積の増加と共に、圧縮強度が低下した。

3.3 乾燥収縮率と質量変化率：図-4 に乾燥収縮率を示す。BS と比較して材齢 7 日で、DS は 85%，BD は 50%，材齢 91 日で、DS は 5%，BD は 25% 低下し、脱リンスラグによる乾燥収縮の低発熱効果が認められた。図-5 に質量変化率を示す。BS と比較して、DS，BD は質量減少率が大きくなっている。このように、質量減少率が大きいにも関わらず収縮率が小さくなった原因としては、焼成後の脱リンスラグに残留する f-CaO の水和膨張作用によるものと考えられる。

3.4 断熱温度上昇量：図-6 に断熱温度上昇量を示す。BS は 160 時間後に PL と同じ温度上昇値となった。しかし、脱リンスラグを含む配合について BS と比較すると、DS は 40%，BD は 20% 低下し、脱リンスラグの置換による断熱温度上昇量の低減効果が認められた。

4. まとめ

高炉スラグを脱リンスラグで 50% 置換することにより、高炉スラグ単体の配合と同等の圧縮強度発現を確保し、乾燥収縮を 50%，断熱温度上昇量を 20% 減少させることができた。

【参考文献】

1) 梅村靖弘，露木尚光，大津祐一：高炉スラグと脱リンスラグを混合したコンクリート混和材の特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.141-146，2004

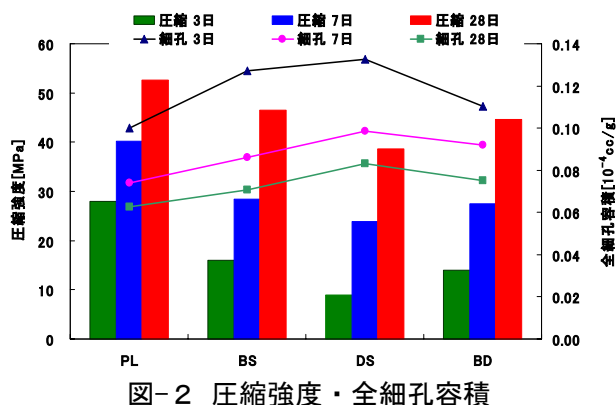


図-2 圧縮強度・全細孔容積

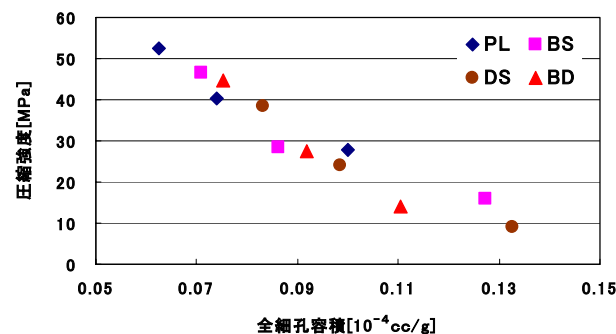


図-3 圧縮強度と全細孔容積の関係

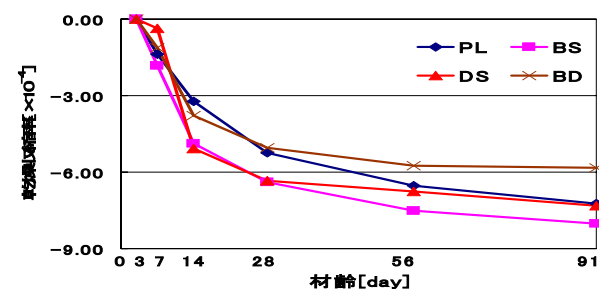


図-4 乾燥収縮率

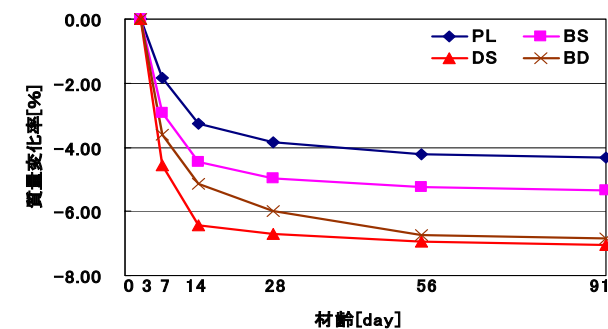


図-5 質量変化率

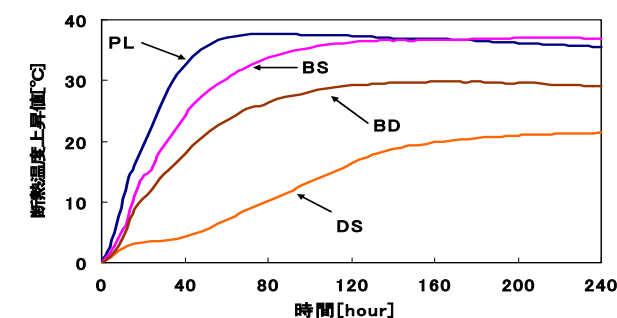


図-6 断熱温度上昇量