

脱リンスラグを使用したコンクリート混和材の特性

日大理工（学部） ○尾上 博一
日大・理工 梅村 靖弘
日大・理工 露木 尚光

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、主要鉱物に水硬性のあるダイカルシウムシリケイト(β -C₂S)を含んでおり、低発熱性コンクリート混和材としての利用が可能と考えられる。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、高炉スラグの水和発熱、乾燥収縮特性を改善するため、脱リンスラグを高炉スラグに混合した場合の影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 脱リンスラグの安定化処理：脱リンスラグは500°C、2時間の焼成処理を行い、鉄の酸化、遊離石灰の水和による膨張を抑制した。

2.2 使用材料及び配合条件：使用材料及びモルタル配合を表-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。

2.3 試験方法

(1) 凝結試験：JIS R 5201に準拠してビカーニン装置を用いて、セメントペーストの凝結の始発と終結を測定した。

(2) 圧縮強度試験：JIS A 1108に準拠し、供試体は寸法 $\phi 5 \times h 10$ cmとし、室温20°Cの恒温室で封緘養生した。

(3) 乾燥収縮率試験及び質量変化率試験：JIS R 1129に準拠し、4×4×16cmの供試体を作製した。材齢1日で脱型し、供試体は温度20°C、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。

(4) 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。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。なお、測定は4時間毎に行った。

表-1 使用材料

材料名		略号	備考			
水	W		イオン交換水			
セメント	C		普通ポルトランドセメント(OPC)			
細骨材	S		陸砂 表乾密度2.65g/cm ³ 粒粒率2.42			
粗骨材	G		碎石 表乾密度2.68g/cm ³ 粒粒率6.57			
高炉スラグ	BS	AD	密度2.88g/cm ³ ブレーン値4670cm ² /g			
脱リンスラグ	DS		焼成処理(焼成温度:500°C) 密度3.33g/cm ³ ブレーン値4000cm ² /g			
混和剤	Ad		リグニンスルホン酸系AE減水剤			

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	
PL	50	318	636	0	0	1273	
BS		318	318	318	0	1273	
DS		318	318	0	318	1273	
BD		318	318	159	159	1273	

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	Ad
PL	60	174	290	0	0	827.9	1023.3	3
BS		174	145	145	0	827.9	1023.3	3
DS		174	145	0	145	827.9	1023.3	3
BD		174	145	72.5	72.5	827.9	1023.3	3

3. 試験結果と考察

3.1 凝結試験：図-1に凝結時間を示す。始発時間はBSと比較してDSは60%、BDは25%遅くなった。

3.2 圧縮強度試験：図-2に圧縮強度を示す。BSと比較して、材齢3日でDSは55%減、BDは同等、材齢91日でDSが30%減、BDが同等となった。BSとBDは各材齢において同等の強

度発現となり、脱リンスラグで置換したことによる初期強度の低下はみられなかった。材齢間の強度発現をみると、脱リンスラグは初期材齢での強度発現率が低かったが、7~28日ではBSと同等となった。これは、焼成により脱リンスラグ中のフッ素アパタイト($\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$)が、一部の $\beta\text{-C}_2\text{S}$ やf-CaOと結合してフッ素アパタイト群化合物が形成されたものと推察される¹⁾。

3.3 乾燥収縮率試験及び質量変化率試験:図-3に乾燥収縮率を示す。BSと比較してDS, BDの材齢7日の収縮率は45%減になった。さらに材齢91日でDSが10%, BDが15%減となった。図-4に質量変化率を示す。BSと比較すると材齢7日でDSは100%増、BDは75%増、材齢91日ではDSが65%増、BDが25%増となった。脱リンスラグを混和した配合の質量変化率が大きくなった要因としては、セメント水和物の生成が遅く、乾燥による未水和反応の水の蒸発量が多くなったことが考えられる。このように、質量変化率が大きいにも拘わらず収縮率が小さくなった原因としては、脱リンスラグに残留するf-CaOの膨張作用によるものと考えられる。

3.4 断熱温度上昇量試験:図-5に断熱温度上昇量を示す。BSは90時間経過後にPLと同じ温度上昇値となり、それ以降はPLより大きくなつた。しかし、脱リンスラグの混合により断熱温度上昇量は減少し、BSと比較してDSは50%減、BDは30%減となった。

4. まとめ

脱リンスラグと高炉スラグを混合し、50%置換したものは、高炉スラグと比較して同等の圧縮強度を確保しながら初期材齢7日の乾燥収縮率が45%，断熱温度上昇量が30%低減した。

【参考文献】

- 1) 梅村靖弘, 露木尚光:脱リンスラグを用い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.25, No.1, pp.1145-1150, 2003

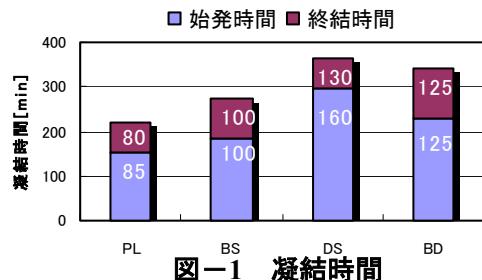


図-1 凝結時間

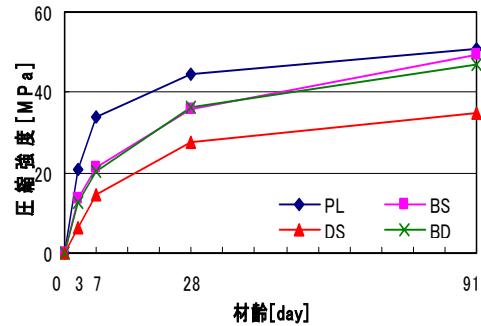


図-2 圧縮強度

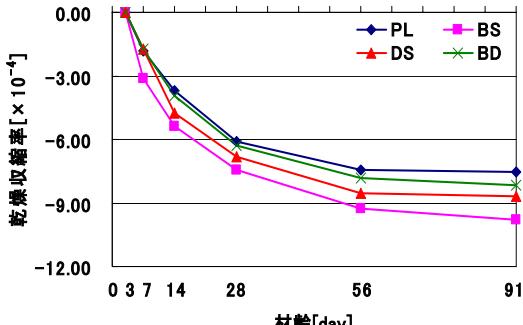


図-3 乾燥収縮率

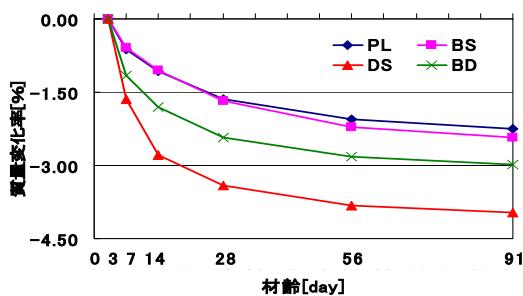


図-4 質量変化率

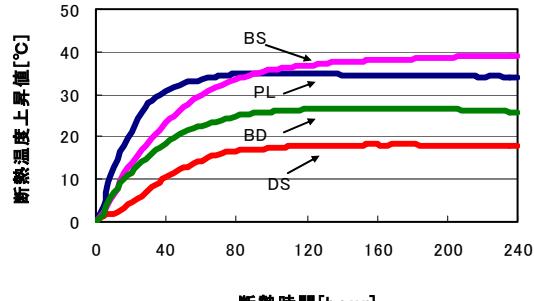


図-5 断熱温度上昇