コンクリート用細骨材として溶融スラグを用いたコンクリートの特性

ハザマ 技術研究所 正会員 佐々木 肇
 ハザマ 技術研究所 フェロー会員 喜多 達夫
 三重大学 生物資源学部 正会員 月岡 存

1. はじめに

三重県では、(財)三重県環境保全事業団が廃棄物処理センターとして、県内の市町村から排出される焼却残渣および産業廃棄物を資源化するガス化溶融処理施設を稼働中である。本施設は、外熱式熱分解キルンと回転式表面溶融を組合せたガス化溶融施設であり、排出される溶融スラグについても有効利用を推進するために各種の試験を実施中である。

本報告は、この施設から排出される溶融スラグを有効利用する方法として、細骨材として使用したコンクリートのフレッシュ性状、強度特性について検討した結果をまとめたものである。

2. 試験方法

使用材料を表-1に示す。試験に用いた溶融スラグの骨材試験結果を表-2に示す。溶融スラグは、ガス化溶融(外熱式熱分解キルン+回転式表面溶融方式)により溶融されたスラグを水砕・粒度調整後、細骨材として用いた。なお、溶融スラグは、重金属類の溶出などの安全性に問題のないことを事前に確認したものを使用した。

コンクリートの基本配合を表-3に示す。この基本配合において

- 1) 細骨材の一部を溶融スラグに置換した配合。
- 2) 細骨材の全量を溶融スラグに置換した配合。
- 3) 細骨材の全量を溶融スラグに置換した後、スランプが目標の範囲内に入るように、溶融スラグの一部を溶融パウダーに置換した配合。

について各々供試体を作製し、20 一定の湿潤養生1日後、脱型し、所定の材齢に達するまで20 一定の標準水中養生を行った後、圧縮強度を測定した。

なお、本検討では、使用した溶融スラグには、金属アルミニウムを含有しているため、膨張抑制剤を使用した配合についても膨張抑制剤の使用量と膨張量や強度の関係の把握などを行った。

3. 試験結果と考察

3.1 溶融スラグの置換率を変えた試験

各配合のスランプ・空気量・膨張量および圧縮強度を表4に示す。細骨材を溶融スラグに置換した場合、置換率が大きくなるに従いスランプが小さくなり、圧縮強度も低下した。スランプが小さくなるのは、溶融スラグの微細なひび割れや溶融スラグの表面に練混ぜ水が吸着するためと推定される。

また、溶融スラグの置換率が大きくなるに従って骨材中の金属アルミニウムの含有量が大きくなるため、セメントとの反応によ

表-1 使用材料

材 料	仕 様
水	つくば市水道水
セメント	普通ポルトランドセメント、密度：3.16g / cm ³
細骨材	川砂（静岡県大井川産）、 密度：2.62g / cm ³ 、吸水率：1.04% 溶融スラグ（表 2） 下水汚泥焼却灰溶融パウダー 密度：2.55g / cm ³ 、平均粒径：20 μm
粗骨材	砕石（埼玉県秩父産）、 密度：2.72g / cm ³ 、吸水率：0.60%
混和剤	A E 減水剤（リグニンスルホン酸系） 空気量調整剤（アルキルアルコール系） 膨張抑制剤

表-2 溶融スラグの物理試験結果

試験項目	試験結果
絶乾密度 (g/cm ³)	2.76
吸水率 (%)	0.58
単位容積質量 AE 剤 (kg/)	1.647
実積率 (%)	59.68

表-3 コンクリートの基本配合

水セメント 比 (%)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg / m ³)			
				水	セメント	細骨材	粗骨材
5.5	8 ± 2	4.5 ± 1	4.6	160	291	847	1021

キーワード：ごみ焼却灰、溶融スラグ、有効利用、コンクリート、細骨材、膨張抑制剤

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1 ハザマ技術研究所 先端研究室 TEL:0298-58-8815

る水素ガスの発生量が増大し、膨張量は大きくなる。さらに、発生した水素ガスによってコンクリート内部に空隙が生じるため圧縮強度は小さくなったことが考えられる。

3.2 溶融パウダーを添加した試験

細骨材の全量を溶融スラグに置換した場合(3.1の試験結果の100%置換配合)、スランプが著しく低下するため、溶融スラグの一部を溶融パウダーで置換した。表-5に溶融パウダーの置換率とスランプ・空気量・膨張量と圧縮強度の試験結果を示す。溶融パウダーを添加することによって所定の範囲のスランプの値に改善することができ、今回使用した溶融スラグでは、置換率15%で目標のスランプが得られた。

また、溶融スラグの一部を溶融パウダーで置換することにより圧縮強度はやや改善することができたが、天然骨材を使用した配合(表-4の置換率0%)の強度にまでは改善できなかった。これは、溶融スラグの一部を溶融パウダーで置換することにより、セメントの分散がよくなり強度は増加するが、水素ガスの発生による強度低下を補うまでには至らないためと考えられる。

3.3 抑制剤を使用した試験

膨張抑制剤を使用した配合のスランプ・空気量・膨張量および圧縮強度の試験結果を表-6に示す。膨張抑制剤の添加量が少ない場合、その効果が小さいく、圧縮強度はあまり改善できなかった。今回使用した溶融スラグにおいては、膨張量を押さえて天然骨材使用のコンクリートと同等の圧縮強度が得られる添加量は、溶融スラグ重量の0.8%であった。

4. まとめ

溶融スラグをコンクリート用細骨材として使用するために、各種の検討を行った結果、以下のことが判明した。

- 1) 天然骨材と混合して使用する場合、今回使用した溶融スラグでは置換率10%がフレッシュ性・膨張量・圧縮強度の影響を受けずに使用できる限界であった。
- 2) 細骨材の全量を置換する場合、溶融パウダーとの併用が有効であり、その置換率は15%であった。
- 3) 膨張を抑制するためには膨張抑制剤の使用が効果的であり、その使用量は溶融スラグ重量の0.8%であった。今後、さらに耐久性試験などを実施し、溶融スラグの有効利用の拡大に向けた検討を行う予定である。

【謝辞】

本研究の実施にあたり、多大なる御指導を頂きました三重県環境部の和田一人主幹をはじめとする関係各位に対して紙面を借りて感謝の意を表します。

本研究は、環境省の「平成14年度 次世代廃棄物処理技術基盤整備事業」の補助金を受けて実施したものである。

【参考文献】

- 1) 左々木肇・喜多達夫: 廃棄物焼却灰溶融スラグのコンクリート骨材への有効利用技術, コンクリート工学, Vol. 40, No. 6, pp. 14 ~ 20, 2002年6月
- 2) 北辻政文・藤居宏一: ごみ溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの性質, 農業土木学会論文集, No. 20, pp. 59 ~ 67, 1999年4月

表-4 溶融スラグの置換率を変えた配合のスランプ・空気量・膨張量および圧縮強度

配合名 (置換率)	スランプ (cm)	空気量 (%)	膨張量 (mm)	圧縮強度 (N / ㎡)	
				7日	28日
0	8.4	4.6	-0.75	29.7	41.6
10	7.2	4.8	-0.03	26.9	37.0
20	4.7	4.0	0.39	23.7	32.5
30	4.6	3.8	1.23	22.7	30.3
50	3.4	4.8	2.75	16.9	25.2
80	2.2	5.3	3.56	17.0	21.8
100	1.0	4.8	3.90	12.8	19.9

表-5 溶融パウダーの置換率を変えた配合のスランプ・空気量・膨張量および圧縮強度

パウダー 置換率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	膨張量 (mm)	圧縮強度 (N / ㎡)	
				7日	28日
0	1.0	4.8	3.90	12.8	19.9
5	5.6	6.2	-	-	-
10	8.6	6.6	-	10.2	20.7
15	8.1	4.3	3.70	14.5	24.4
20	13.4	6.9	-	-	-

表-6 膨張抑制剤を使用した配合のスランプ・空気量・膨張量および圧縮強度

抑制剤 添加量 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	膨張量 (mm)	圧縮強度 (N / ㎡)	
				7日	28日
0	8.1	4.3	3.70	14.4	24.4
0.1	8.1	4.5	2.72	15.7	22.5
0.3	7.7	3.5	1.80	19.5	28.9
0.5	7.7	4.4	0.68	19.7	27.6
0.8	6.4	3.0	0.25	26.6	39.1