

ごみ焼却灰溶融スラグの膨張抑制剤に関する研究

ハザマ 土木本部 正会員 ○山内 寛
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

1. はじめに

近年、最終処分場の確保の困難さから、処分場の延命化が大きな課題となっている。このため、焼却灰を溶融処理することにより減容化し、さらに溶融したスラグを有効利用することが注目されつつある。建設業では、セメント生産におけるエネルギー削減、石炭灰や高炉スラグなどの他産業からの副産物の有効活用など、他産業と比較して早くから省資源に関する取り組みが行われてきた。また、一度に使用する量が大きく、多量の副産物を有効利用することができるため、溶融スラグの受け入れ先として期待されている。

現在産出されているスラグは、ほとんどが急冷(水砕)スラグであり、コンクリート用細骨材として使用する場合、製造条件によっては、金属類を多く含有しているため、含有金属による錆び汁発生、異常膨張などの問題が懸念される^{1)、2)}。そのため、有効利用に当たっては、磁選による金属除去が必要である。しかし、異常膨張の原因となるのは金属アルミニウムやマグネシウムであるため磁選では取り除くことができず、現状では、含有量の規制を設けることしか対策はない。

本研究では、ごみ焼却灰溶融水砕スラグ(以下、溶融スラグ)に含まれている金属による膨張を防止するための混和剤の効果について検討を行った結果について取りまとめたものである。

2. 実験方法

試験に用いた材料を表-1に示す。溶融スラグは、バーナー式表面溶融炉により溶融したものを急冷して得られたもので、粒度調整、金属除去などの二次加工は行っていないものを用いた。

試験を行ったコンクリートの配合を表-2に示す。

天然骨材(川砂)を用いた配合に対して細骨材の全量を溶融スラグに置き換えた。さらに、膨張抑制剤を溶融スラグ重量の0.5%添加した配合について膨張抑制効果の確認を行った。これらの3種類の配合について供試体を作製し、20 一定の湿潤養生1日後、膨張量を測定し、脱型後、所定の材齢に達するまで20 一定の標準水中養生を行い、圧縮強度を測定した。なお、供試体の大きさは、直径10cm×高さ20cmの円柱供試体とした。

膨張率は、打設直後に表面をならした供試体を1日湿潤養生し、最高部の高さをノギスを用いて測定した。膨張率は、以下の式を用いて算出した。

$$\text{膨張率}(\%) = \frac{\text{供試体の高さ}(\text{cm}) - 20}{20} \times 100$$

表-1 試験に用いた材料の一覧

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：3.16 g/cm ³
細骨材	大井川産川砂 密度：2.62 g/cm ³ 、吸水率：1.07% ごみ焼却灰溶融スラグ(バーナー式表面溶融) 密度：2.72 g/cm ³ 、吸水率：1.15%
粗骨材	秩父産碎石(硬質砂岩) 密度：2.69 g/cm ³ 、吸水率：0.79%
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酸系)
膨張抑制剤	リチウム塩系特殊混和剤

3. 実験結果

表-2 試験を行った配合の一覧

と考察

金属含有溶融スラグによる異常膨張と膨張抑制剤の添加による効果を写真-1に示す。

水セメント比 (%)	スランプの 範囲 (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						備考
				水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤	膨張抑制剤	
55	8±2	4.5±1	46	163	296	842	1014	1.18	-	天然骨材
55	8±2	4.5±1	46	163	296	874	1014	1.18	-	溶融スラグ骨材
55	8±2	4.5±1	46	163	296	874	1014	1.18	4.37	溶融スラグ骨材

キーワード：ごみ焼却灰、溶融スラグ、有効利用、細骨材、混和剤、膨張

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間字西向515-1 ハザマ技術開発センター TEL:0298-58-8823



上：溶融スラグにより膨張した供試体
下：膨張抑制剤を添加した供試体



膨張した供試体の上面部

水セメント比：55%、目標スランプ：8 ± 2 cm

写真 - 1 金属含有溶融スラグによるコンクリートの膨張と抑制剤の効果

金属含有溶融スラグを用いたコンクリート供試体の側面および上面部には、気体の脱けたような穴が多数見られた。これは、金属アルミニウムがコンクリート中のアルカリ環境下において腐食し、水素ガスを発生したためである。

表 - 3 に膨張率の測定結果の一覧を示す。金属含有溶融スラグを用いたコンクリートでは、アルミニウムの反応による水素ガス発生により約10mmも膨張した。しかし、膨張抑制剤を添加することにより、膨張を抑制することが可能となり、この混和剤の効果が確認された。

表 - 4 に圧縮強度の一覧を示す。金属含有溶融スラグを用いたコンクリートでは、水素ガス発生のためコンクリート内部に空隙が生じているため、強度の著しい低下が見られたのに対して、膨張抑制剤を添加したコンクリートでは、水素ガスの発生を抑制したため、膨張しない他の溶融スラグとほぼ同等の圧縮強度を得ることができた。

4. まとめ

ごみ焼却灰溶融急冷スラグをコンクリート用細骨材として用いる場合、金属類、特にアルミニウムの含有により、コンクリートに異常膨張を起こす場合があるが、今回開発した膨張抑制剤を用いることにより、膨張を抑制することは可能である。

今後、さらに効果の確認を行うため、金属の含有量と膨張抑制剤の添加量の関係を把握するとともに、耐久性、重金属類の溶出などの試験を実施したい。

【謝辞】

本研究を実施するに当たりごみ焼却灰溶融スラグの提供を頂いた関係各位に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 倉田 隆他：磨砕スラグの作成と特性調査、東京都清掃研究所研究報告、pp.99 ~ 118、1996年
- 2) 北辻政文、藤居宏一：ごみ焼却灰溶融スラグのコンクリート用細骨材への適用に関する基礎的研究、農業土木学会論文集第192号、Vol.65、No.6、pp.725 ~ 732、1997年12月

表 - 3 膨張率の一覧

配合名	膨張量 (mm)	膨張率 (%)
川砂	0.4	0.2
溶融スラグ	10.5	5.2
抑制剤使用	1.4	0.7

表 - 4 圧縮強度の一覧

配合名	圧縮強度 (N / mm ²)		備 考
	材齢 7 日	材齢 28 日	
川砂	34.1	40.1	
溶融スラグ	13.9	18.4	金属含有スラグ
抑制剤使用	27.6	33.6	スラグの0.5%
溶融スラグ	27.4	31.2	金属非含有スラグ