

膨張抑制剤の二次製品コンクリートへの適用性検討

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
 エヌエムビー 技術管理部 正会員 大川 裕

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、含有金属による錆汁の発生、異常膨張などの問題が懸念される¹⁾。このため、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、JIS TRでは膨張量の規制が設けられているため、コンクリート骨材として利用できない溶融スラグも多く発生している。

筆者らは、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アルミニウムによる膨張を抑制するための混和剤（以下、膨張抑制剤）の効果の検討について報告している²⁾。本報告は、膨張抑制剤のコンクリート二次製品への適用性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. 試験方法

使用材料を表 - 1 に示す。溶融スラグは、表面溶融式により溶融したものを急冷して得られたもので、粒度調整済みのものを用いた。なお、今回の試験において溶融スラグの保管期間が長くなったため、金属アルミニウム微粉末を添加し、試験取組み初期に確認された膨張量を確保した。試験を行ったコンクリートの配合を表 - 2 に示す。

天然骨材を用いた配合（配合 1）に対して細骨材の容積率で 50% および 100% を溶融スラグに置換した（配合 2、4）。さらに、膨張抑制剤を溶融スラグ重量の 1.0% 添加した配合（配合 3、5）について膨張抑制効果の確認を行った。これらの 5 種類の配合について供試体を作製し、膨張量と圧縮強度を測定した。膨張量は、φ 10 × 20cm の型枠に上端から 1 cm 低くなるように試料を詰め

表 - 1 使用材料

材 料	仕 様
水	水道水
セメント	普通ポルトランドセメント（三種混合） 密度：3.16g / cm ³
細骨材	大井川産系陸砂：千葉県産山砂 = 8 : 2 密度：2.60 g / cm ³ 吸水率：1.91% ごみ焼却灰溶融スラグ（表面溶融式） 密度：2.85 g / cm ³ 、吸水率：0.47%
粗骨材	青梅産砕石（MS20mm） 密度：2.65 g / cm ³ 、吸水率：0.60%
混和剤	高性能減水剤（ポリカルボン酸エーテル系化合物） 空気量調整剤（ポリアルキレングリコール誘導体系） 金属アルミニウム粉末
膨張抑制剤	硝酸塩系混和剤

表 - 2 コンクリート配合

配合名	水セメント比 （ % ）	スラグの 範囲 （ cm ）	細骨材率 （ % ）	単位量 （ kg / m ³ ）						膨張 抑制剤	備 考
				水	セメント	細骨材 （砂）	細骨材 （スラグ）	粗骨材	高性能 減水剤		
1	50	8 ± 2.5	45	160	320	842	-	-	1047	1.76	- 天然骨材
2	50	8 ± 2.5	45	160	320	421	-	462	1047	2.08	- 天然骨材
3	50	8 ± 2.5	45	160	320	421	-	1014	1047	2.08	融スラグ 天然骨材
4	50	8 ± 2.5	45	160	320	-	-	923	1047	2.40	- 骨材溶融スラグ
5	50	8 ± 2.5	45	160	320	-	-	923	1047	2.40	9.23 骨材溶融スラグ

キーワード：ごみ焼却灰、溶融スラグ、有効利用、コンクリート二次製品、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 TEL:029-858-8815

水平にコテ均しをした後、アクリル平板を載せてダイヤルゲージを設置し、20 一定の湿潤環境下で計測した。なお、基準の寸法は、190mmとし変化量を基準寸法で除して膨張量を算出した。蒸気養生条件は、前養生 20 ・ 2 時間後、20 / h で昇温、60 ・ 3 時間養生後、自然冷却とした。圧縮強度は、脱型直後（7 時間）、1 日、7 日、14 日に測定したと。なお、比較のため、標準養生を行った供試体の材齢 7 日および 28 日の圧縮強度を測定した。

3．試験結果と考察

表 - 3 に各配合のフレッシュ性状を示す。スラグの置換率が大きくなると所定のスランプを得るために必要な高性能減水剤量が増加し、膨張抑制剤を使用するとスランプが 0.5cm 程度小さくなる傾向が見られた。

表 - 4 に膨張率の測定結果を示す。膨張抑制剤の使用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 - 5 に蒸気養生供試体の圧縮強度試験結果を示す。溶融スラグを用いたコンクリートでは、水素ガス発生によるコンクリート内部の空隙のため、著しい強度低下が見られ、細骨材を 100% 置換したコンクリート（配合 4）では、天然骨材使用のコンクリート（配合 1）の半分程度の強度しか得られなかった。これに対して、膨張抑制剤を添加したコンクリート（配合 5）では、天然骨材使用のコンクリート（配合 1）とほぼ同等の圧縮強度を得ることができた。

表 - 6 に標準養生供試体の圧縮強度試験結果を示す。膨張抑制剤を使用することにより、標準養生を行った場合においても蒸気養生を行った供試体と同様に、溶融スラグの使用に伴う強度の低下を防止できることが確認された。

4．まとめ

溶融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、特に金属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。しかし、膨張抑制剤を使用することにより膨張を抑制し、天然骨材を使用したコンクリートと同等の強度を得ること可能となり、その抑制効果は蒸気養生を行った場合に顕著に現れる。このため、膨張性の溶融スラグをコンクリート二次製品用骨材として使用する場合、膨張抑制剤の使用が有効な手段と考えられる。

今後は、膨張抑制剤を用いたコンクリートの耐久性、重金属類の溶出などの試験を実施し、実用化に向けた取組みを行いたい。

【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) 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
- 2) 山内寛、佐々木肇、喜多達夫：ごみ焼却灰溶融スラグの膨張抑制剤に関する研究、土木学会第55回年次学術講演会、第 7 部門、pp.342 ~ 343、2000 年

表 - 3 各配合のフレッシュ性状

配合名	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 ()	備 考
1	7 . 5	1 . 6	2 0 . 0	天然骨材
2	7 . 5	1 . 8	2 0 . 0	
3	7 . 0	1 . 9	2 0 . 5	膨張抑制剤使用
4	8 . 0	2 . 0	2 0 . 5	
5	7 . 5	2 . 0	2 0 . 0	膨張抑制剤使用

表 - 4 各配合の膨張量

配合名	膨張量 (%)			備 考
	3 時間	6 時間	24 時間	
1	- 0 . 3	- 0 . 4	- 0 . 4	天然骨材
2	0 . 7	0 . 9	0 . 9	
3	- 0 . 1	- 0 . 1	- 0 . 1	膨張抑制剤使用
4	4 . 0	4 . 5	4 . 6	
5	- 0 . 1	- 0 . 2	- 0 . 2	膨張抑制剤使用

表 - 5 蒸気養生供試体の圧縮強度

配合名	圧縮強度 (N / mm ²)			
	脱型後	1 日	7 日	14 日
1	7 . 3 3	1 7 . 8	3 1 . 6	3 4 . 7
2	6 . 5 6	1 2 . 4	2 4 . 0	2 6 . 8
3	7 . 7 3	1 6 . 9	3 1 . 8	3 5 . 3
4	2 . 5 0	6 . 9 6	1 3 . 7	1 5 . 8
5	6 . 8 0	1 8 . 3	3 3 . 3	3 5 . 0

表 - 6 標準養生供試体の圧縮強度

配合名	圧縮強度 (N / mm ²)	
	7 日	28 日
1	4 2 . 0	5 5 . 0
2	2 7 . 8	4 1 . 6
3	3 8 . 1	4 7 . 4
4	1 5 . 9	2 4 . 4
5	3 6 . 9	4 5 . 1