

一般・産業廃棄物溶融スラグを用いたコンクリートの諸特性

ハザマ 正会員 ○松家 武樹
香川大学大学院 学生会員 浅野 伸隆
香川大学 フェロー会員 堺 孝司
(株) 観協生コン 非会員 荻田 耕助

1. 目的

近年、一般廃棄物の焼却処理によるダイオキシン類の発生や焼却灰の埋め立て処分場の逼迫が問題となっている。また、香川県豊島では、約 67 万トンにも上る産業廃棄物などが不法に投棄されてきた。これらの廃棄物を安全に処理するために、1200℃以上の高温で溶融する方法が現在一般化されつつある。なお、高温溶融処理では、残渣として溶融スラグが発生する。本研究では、炉形式の異なる 6 種類の一般廃棄物溶融スラグ、および香川県豊島産業廃棄物等溶融スラグ(以下、豊島スラグと略記)をコンクリート用細骨材として用いたコンクリートの基本的特性について検討した。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

表-1 に、本研究で使用した材料の種類および品質を示す。表-2 には、スラグの溶融方法を示す。溶融方式は、何れもガス化である。炉形式は回転式表面溶融炉、キルン式溶融炉、流動床式溶融炉、シャフト式溶融炉の 4 種類である。表-3 に、コンクリートの配合を示す。目標スランプは 9.0～12.0cm、目標空気量は 4.5～6.0%とした。

3. 試験項目

フレッシュコンクリートは、スランプ、空気量およびブリーディング試験を JIS に準拠して行った。

硬化コンクリートは、圧縮強度、長さ変化および中性化試験を JIS に準拠して行った。

表-1 コンクリートの材料の種類および品質

材料	種類	記号	品質
セメント	普通ポルトランドセメント	—	密度：3.15g/cm ³ ，比表面積：3460cm ² /g
細骨材	砕砂	—	表乾密度：2.52g/cm ³ ，吸水率：2.24%，粗粒率：2.71，微粒分量：3.6% 粒形判定実積率：56.0%
	産業廃棄物溶融スラグ	豊島	表乾密度：2.81g/cm ³ ，吸水率：0.29%，粗粒率：2.70，微粒分量：0.8% 粒形実積率：53.0%
	一般廃棄物溶融スラグ	①	表乾密度：2.80g/cm ³ ，吸水率：0.50%，粗粒率：2.66，微粒分量：3.1% 粒形判定実積率：56.4%
		②	表乾密度：2.91g/cm ³ ，吸水率：0.25%，粗粒率：3.35，微粒分量：3.4% 粒形判定実積率：57.4%
		③	表乾密度：2.72g/cm ³ ，吸水率：0.90%，粗粒率：2.76，微粒分量：1.4% 粒形判定実積率：52.9%
		④	表乾密度：2.86g/cm ³ ，吸水率：0.13%，粗粒率：2.63，微粒分量：4.1% 粒形判定実積率：53.5%
		⑤	表乾密度：2.92g/cm ³ ，吸水率：0.03%，粗粒率：4.40，微粒分量：0.7% 粒形判定実積率：53.8%
		⑥	表乾密度：2.79g/cm ³ ，吸水率：0.93%，粗粒率：3.06，微粒分量：0.5% 粒形判定実積率：49.5%
粗骨材	砕石	2015	最大寸法20mm，岩種：安山岩， 表乾密度：2.62g/cm ³ ，吸水率：1.79%
		1505	最大寸法15mm，岩種：安山岩， 表乾密度：2.62g/cm ³ ，吸水率：2.01%
混和材	AE減水剤	—	変性リグニンスルホン酸化合物
	消泡剤	—	ポリアルキレングリコール誘導体

表-2 スラグの溶融方法

項目	豊島スラグ	スラグ①	スラグ②	スラグ③	スラグ④	スラグ⑤	スラグ⑥
製造方法	溶融方式	ガス化	ガス化	ガス化	ガス化	ガス化	ガス化
	炉形式	回転式表面溶融炉	キルン式溶融炉	流動床式溶融炉	シャフト式溶融炉	流動床式溶融炉	シャフト式溶融炉

表-3 コンクリートの配合

スラグの種類	W/C (%)	スラグ置換率 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)										スランプ (cm)	空気量 (%)
				水	セメント	細骨材		粗骨材		AE減水剤		消泡剤			
						砕砂	スラグ	砕石 1505	砕石 2015	C×%	(kg/m ³)	C×%	(kg/m ³)		
ー	55	0	45	165	300	808	0	400	601	1.00	3.00	0.010	0.030	9.5	5.0
豊島スラグ		45	168	305	562	263	397	596	1.00	3.05	0.014	0.043	10.0	5.1	
スラグ①		45	165	300	565	264	400	601	1.00	3.00	0.010	0.030	11.5	5.2	
スラグ②		46	162	295	582	282	395	593	1.00	2.95	0.014	0.041	11.0	5.1	
スラグ③		45	168	305	562	256	397	596	1.00	3.05	0.014	0.043	10.0	5.2	
スラグ④		45	165	300	565	269	400	601	1.00	3.00	0.018	0.054	9.0	5.8	
スラグ⑤		47	165	300	591	286	386	578	1.00	3.00	0.018	0.054	9.0	5.8	
スラグ⑥		45	170	309	558	260	396	594	1.00	3.09	0.020	0.062	11.0	5.4	

キーワード 溶融スラグ，産業廃棄物，一般廃棄物，フレッシュ特性，硬化特性

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 TEL 029-858-8813

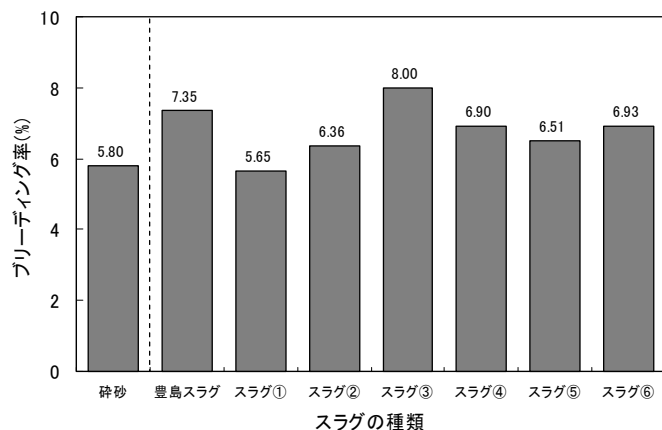


図-1 ブリーディング率

4. 実験結果及び考察

図-1 に、ブリーディング試験結果を示す。全体として、スラグの種類に関係なく、スラグの利用は、ブリーディング率を増加させる。これらの結果は、スラグを用いると、スラグを用いない場合に比べて、細骨材の密度が相対的に大きくなったこと¹⁾、および保水性が低下したこと²⁾に起因する。

図-2 に、コンクリートの圧縮強度試験の結果を示す。スラグ置換率30%のコンクリートの圧縮強度は、砕砂のみと比較して、材齢28日で、2.84~10.59%の低下が生じた。これは、スラグの脆性的な特性による影響、およびスラグの利用に伴うブリーディングの増大によって生じたセメント硬化体とスラグの付着の低下の影響がこのような結果をもたらしたものと考えられる。

図-3 および図-4 に、コンクリートの長さ変化率および中性化深さを示す。スラグを用いた場合の長さ変化率および中性化深さは、スラグ無混入と比べて、抑制されている。この結果は、ブリーディング率に起因する。つまり、溶融スラグの利用に伴うブリーディングの増大は、コンクリート中の水分量の減少

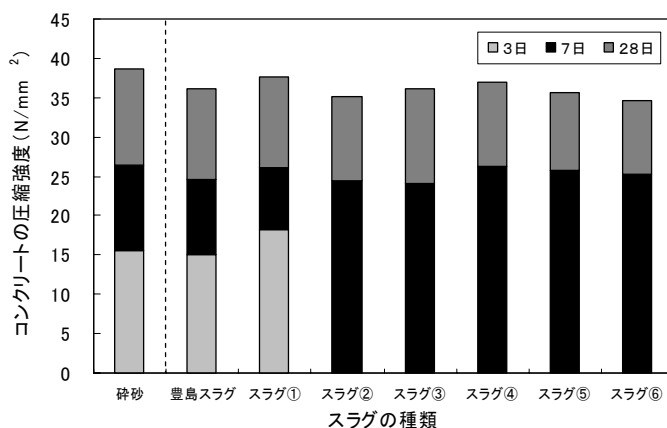


図-2 コンクリートの圧縮強度

につながり、その結果、セメント硬化体を密実化させたため、耐久性などの向上に寄与するものとなった。なお、スラグの利用に伴うブリーディングの増大は、コンクリート中を密実化させるとしたが、前述したコンクリートの圧縮強度は低下している。これはセメントペーストの密実化よりもセメント硬化体とスラグの付着の低下などが、それらを上回ったことを意味する。

5. まとめ

溶融スラグの利用に伴うブリーディングの増大は、コンクリートの強度特性にはマイナスの作用を及ぼすが、コンクリートの耐久性などにはプラスの効果をもたらすことが明らかになった。

参考文献

- 1) 古田敦史, 上野敦, 國府勝郎, 宇治公隆: スラグ細骨材を用いたコンクリートのブリーディング制御方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.97-102, 2005.
- 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.200, pp.59-67, 1999.

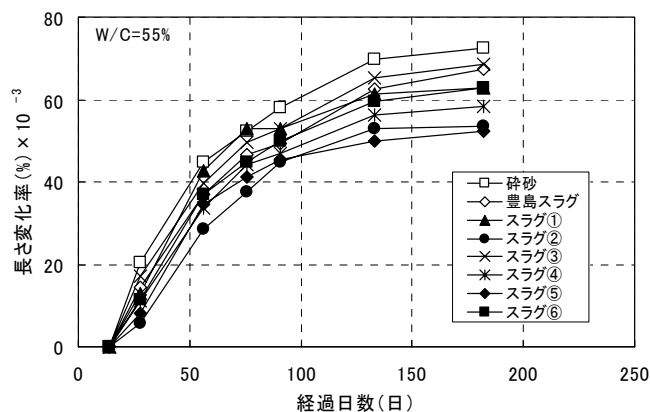


図-3 長さ変化率

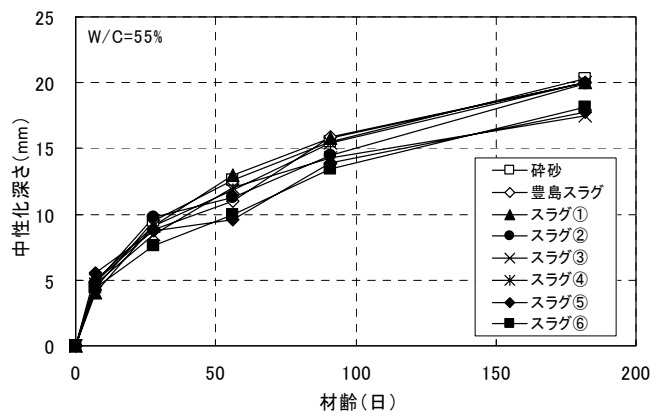


図-4 中性化深さ