

溶融スラグのコンクリート用細骨材としての有効利用に関する研究

福岡大学大学院 学生会員 ○折田 紘一郎
 福岡大学工学部 正会員 添田 政司
 福岡大学工学部 正会員 大和 竹史

1. はじめに

近年、廃棄物の減容化およびダイオキシン等有害物質の無害化が可能な溶融スラグ¹⁾の、建設材料としての有効利用が数多く報告されている。溶融スラグはゴミ質および炉形式の違いにより化学的、物理的性質が大きく異なるため、現段階での有効利用用途としては路盤材や埋め戻し材等が約8割を占めており、コンクリート用骨材としての利用はほとんど報告されていない。しかしながら、溶融スラグの産出量は今後大幅に増加することが予測されており、海砂等天然骨材の枯渇などの面からも、溶融スラグをコンクリート用骨材として積極的に利用する必要があると考えられる。そこで本研究では、粒度調整を行った数種の溶融スラグを用いてモルタルおよびコンクリートを作製し、コンクリート用細骨材としての有効利用の可能性について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料および配合：表-1に使用材料を示す。細骨材として海砂および元となるゴミ質と溶融炉形式の異なる溶融スラグ3種（A, B, C）を使用した。溶融スラグは、無加工のものをCASE1, 5, 7とし、JIS A 6240に示す細骨材の粒度範囲の平均値に値するように溶融スラグを粒度調整したものをCASE2, 6, 8として使用した。また、粗粒分が極端に少ない場合の溶融スラグを想定して、粒度調整を行った後、粒径1.18～4.75mmおよび2.36～4.75mmの溶融スラグを石灰砕砂と代替したものをCASE3, 4として使用した。図-1に細骨材の粒度分布を示す。モルタルの配合は、JSCE-F505に準じて水セメント比50%とし、溶融スラグを体積比で50,75,100%の割合で海砂と代替した。なお、混和剤は使用していない。コンクリートの配合は、水セメント比50%、スランプ8±2.5cm、空気量4.5±1.5%とし、CASE2の溶融スラグを体積比で50,75,100%の割合で海砂と代替した。なお、混和剤として高性能AE減水剤を用い、無混和はAE助剤を、溶融スラグを混入したのものについては消泡剤を使用した。

試験方法：モルタルの空気量試験はJIS A 1116に準じて、圧縮強度試験はJIS R 5201に準じて行った。コンクリートの圧縮強度試験はJIS A 1108に準じて行った。また、圧縮強度試験後のコンクリート片を砕いて、鉛の溶出試験を環境庁告示46号法に準じて原子吸光光度計により測定した。

3. 実験結果および考察

図-2にスラグAでのモルタルのフロー値および空気量を示す。CASE1では置換率の増加にともないフロー値は大幅に低下し、空気量は増加した。要因として図-1より細粒分が少なく粒度分布が悪いことや、粒子形状が悪く針状の粒子を多く含んでいることなどが考えられる。CASE2においても同様に粒子形状が悪いが粒度分布が改善されたため、CASE1

表-1 使用材料

材料	種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)	実積率 (%)	
細骨材	海砂(S)	2.59	1.27	2.50	65.6	
	A	CASE1・無	2.60	1.00	3.28	57.0
		CASE2・粒	2.66	1.05	2.72	60.8
		CASE3・石	2.68	0.73	2.72	61.4
	B	CASE4・石	2.65	0.55	2.72	61.0
		CASE5・無	2.71	0.65	3.47	59.2
		CASE6・粒	2.73	0.13	2.72	65.7
	C	CASE7・無	2.81	0.65	3.73	59.0
		CASE8・粒	2.80	0.45	2.72	68.2
	結合材	普通セメント(C)	3.16	-	-	-
粗骨材	砕石2005(G)	2.75	0.90	6.57	58.2	
混和剤	・高性能AE減水剤(SP) ・AE剤,消泡剤(AE)					

※無（無加工）、粒（粒度調整）、石（粒度調整した後、粗粒分を石灰砕砂で代替）

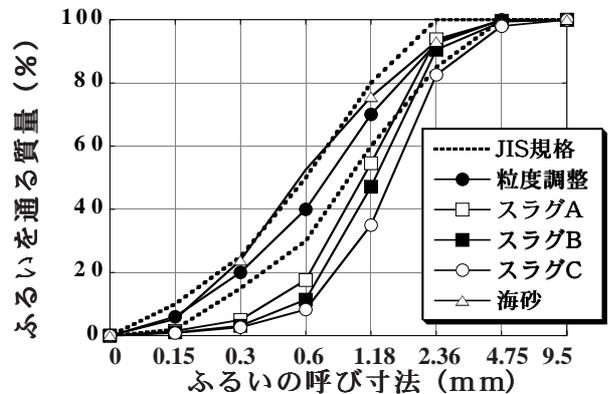


図-1 細骨材の粒度分布

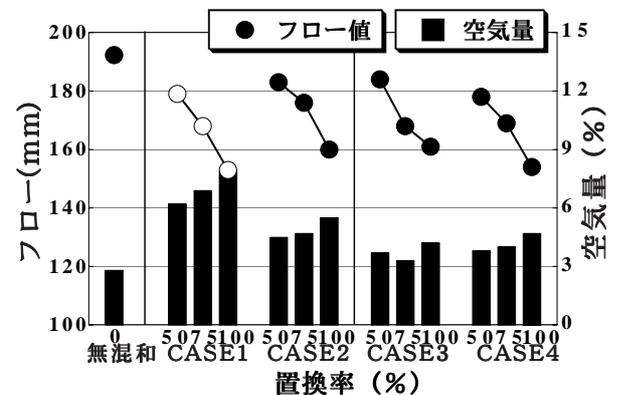


図-2 モルタルのフロー値・空気量（スラグA）

キーワード：溶融スラグ，粒度調整，圧縮強度

連絡先：〒814-0180福岡市城南区七隈8-19-1 福岡大学コンクリート実験室 TEL：092-871-6631（内線6466）FAX：092-864-8901

と比較するとフロー値の低下および空気量の増大を改善することができた。また、粗粒分を石灰砕砂で代替したCASE3, 4においてもCASE2と同様の結果が得られた。

図-3にスラグB, Cでのモルタルのフロー値および空気量を示す。空気量はいずれも同様な値を示したが、フロー値は、無加工では置換率の増加にともない大幅に低下し、粒度調整を行うことでこれが抑制されるという結果が得られた。

図-4にスラグAでのモルタルの圧縮強度を示す。CASE1では置換率の増加に伴い大幅に低下した。この要因として図-1および2より、溶融スラグは粒度分布および粒子形状が悪く、密実な組織のモルタルを形成しにくいことから、流動性が低下し、空気量が増大したためであると考えられる。また、CASE2では無混和とほぼ同等の値を示したが、この要因として、溶融スラグを粒度調整したことにより流動性の低下および空気量の増大が抑制され、置換率の増加に伴う強度低下が改善されたと考えられる。また、粗粒分を石灰砕砂で代替したCASE3, 4においてもCASE2と同様の結果が得られた。

図-5にスラグB・Cでのモルタルの圧縮強度を示す。スラグAでの結果と同様に、無加工の溶融スラグを用いた場合は置換率の増加にともない強度は低下し、粒度調整を行うと強度低下が抑制されるという結果が得られた。

モルタルでの実験結果より、粒度調整を行った溶融スラグを用いることで置換率の増加にともなう強度低下が抑制されたため、スラグAのCASE2を用いてコンクリート供試体を作製し検討を行った。

図-6にコンクリートの圧縮強度を示す。溶融スラグを混入したものは無混和と比較していずれの置換率もほぼ同等以上の値を示し、溶融スラグ混入による急激な強度低下はみられなかった。また、置換率が増加するにともない高性能AE減水剤および消泡剤の使用量が増加した。この要因として溶融スラグの粒子形状が悪いことが考えられるが、各置換率とも同一のスランプおよび空気量に調整することで、所用の強度を確保することが可能となった。

表-2にコンクリートからの鉛の溶出濃度を示す。すべてにおいて土壤環境基準である0.01mg/lを満足した。なお、溶出基準値が定められている他の5項目については、検出限界値以下であった。これにより重金属溶出面での安全性が確認された。

4. まとめ

溶融スラグは元となるゴミ質および溶融炉形式の違いによりコンクリートの性状や強度に大きな影響を及ぼすが、粒度調整を行うことにより、いずれも置換率の増加に伴う急激な強度低下を抑制することが可能となった。また、コンクリートからの重金属の溶出面についても安全性が確認された。今後の課題として、溶融スラグを用いたコンクリートの耐久性や最適な配合について検討を行う必要があると考えられる。

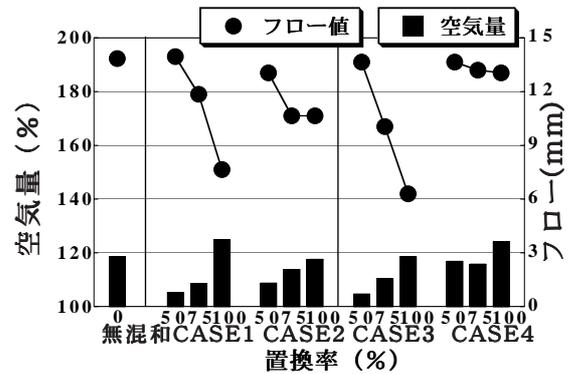


図-3 モルタルのフロー値・空気量 (スラグ B・C)

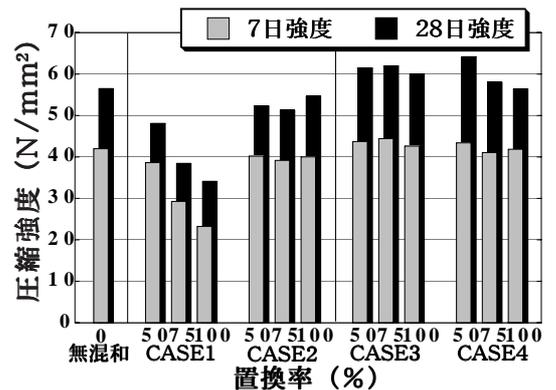


図-4 モルタルの圧縮強度 (スラグ A)

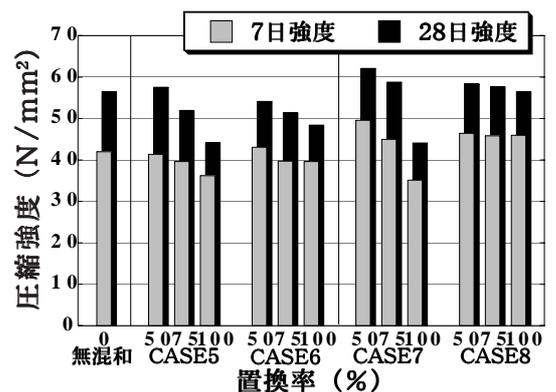


図-5 モルタルの圧縮強度 (スラグ B・C)

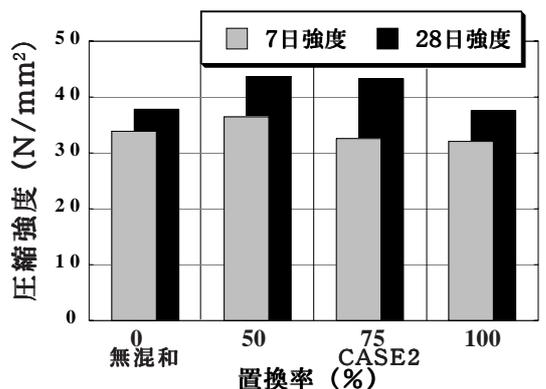


図-6 コンクリートの圧縮強度

表-2 鉛の溶出濃度

試料	置換率 (%)	Pb溶出量 (mg/l)
土壤環境基準値		≤0.01
コンクリート	無混和	0.003
	50	0.002
	75	0.004
	100	0.002

参考文献：

1) 厚生省生活衛生局水環境部：「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の実施の促進について」, 1998年3月