

粒度調整を行った溶融スラグのコンクリート用細骨材へ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 正会員 添田 政司
 福岡大学 正会員 大和 竹史

1. はじめに

近年、最終処分場の残余年数低下や廃棄物の焼却処理に伴うダイオキシンの発生が社会問題となっている。これらの解決策として廃棄物の減容化、重金属類やダイオキシン等有害物質の無害化が可能な溶融固化技術¹⁾が確立されつつあり、これにより発生した溶融スラグを建設材料として有効利用する研究が活発化している。しかしながら溶融スラグをコンクリート用細骨材として使用した場合、その粒子形状や粒度分布の悪さから、コンシステンシーを確保するのに必要な単位水量の増加、硬化コンクリートの強度低下などの問題が発生することが報告されている²⁾。

そこで本研究では、粒度調整を行った溶融スラグを海砂と代替したモルタルおよびコンクリートを作成し、コンクリート用細骨材へ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。細骨材として溶融スラグ(福岡県内産、水砕スラグ)および海砂(福岡県玄界灘産、密度:2.59g/cm³、吸水率:1.27%)を使用した。また、溶融スラグをそのまま使用した場合をCASE1(密度:2.60g/cm³、吸水率:1.00%)、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(密度:2.66g/cm³、吸水率:1.05%)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、CASE1および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、CASE1、CASE2ともに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ものについては消泡剤を使用した。練混ぜは2軸強制練りミキサーを用いて粗骨材、細骨材およびセメントを投入し60秒間空練りした後、混和剤を混入した水を投入し120秒間練混ぜた。表-2にコンクリートの配合表を示す。

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度計により測定し、コンクリートの細孔径分布を水銀圧入式ポロシメーターにより測定した。

3. 実験結果および考察

表-3にモルタルの空気量およびフロー値を示す。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

表-1 使用材料

材料	種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)	略号
結合材	普通ポルトランドセメント	3.16	-	-	C
細骨材	海砂	2.59	1.27	2.50	S
	溶融スラグ CASE1	2.60	1.00	3.28	Slg
	CASE2	2.66	1.05	2.72	
粗骨材	砕石2005	2.75	0.90	6.57	G
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系			SP
	AE剤	アルキルアルシルホン酸系			AE
	消泡剤				

表-2 コンクリートの配合表

置換率 (%)	W/C (%)	a/a (%)	単位量 (kg/m ³)						SP (%)	AE (cc)
			W	C	S	Slg	G			
無混和	50	44	172	344	761	0	1046	0.5	1961	
50	50	44	172	344	366	396	1034	0.6	585	
75	50	44	172	344	194	597	1031	0.7	619	
100	50	45	172	344	0	802	1025	0.9	860	

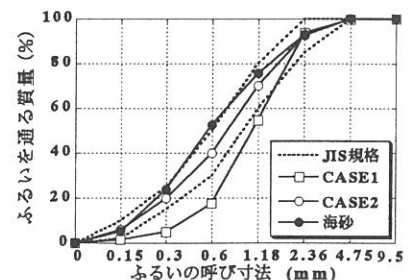


図-1 細骨材の粒度分布

されたため、CASE1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。

図-2にモルタルの圧縮強度を示す。圧縮強度は材齢7、28日ともに無混和が最も大きく、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および表-3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。

図-3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、表-2より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ているのわかる。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により所用の強度を確保することが可能となった。

図-4にコンクリートの細孔径分布を示す。いずれの置換率も細孔径100～10³ Åの範囲内にあり同様な細孔径分布を示した。また、無混和に比べて溶融スラグを混入したコンクリートの方が全細孔量が少なく、置換率75%において最小値を示した。これにより、溶融スラグを粒度調整することで緻密な組織のコンクリートを形成することが確認された。

表-4にコンクリートからの鉛の溶出濃度を示す。すべてにおいて土壌環境基準である0.01mg/l以下を満足しており、重金属溶出面での安全性が確認された。

4. まとめ

溶融スラグを粒度調整することにより密実なコンクリートを形成し、従来の溶融スラグを用いたコンクリートにみられた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。したがって、溶融スラグを粒度調整することにより、従来困難とされていた高置換率での使用の可能性を見出すことができたと考えられる。今後の課題として、粒度調整を行った溶融スラグを高置換率で用いた場合の最適な配合および耐久性について検討を行う必要があると考えられる。

参考文献：

- 1) 厚生省生活衛生局水道環境部：「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
- 2) 北辻政文・藤井宏一：「ゴミ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、第200号、pp223～231、1999年4月

表-3 モルタルの空気量・フロー値

置換率 (%)	フロー (mm)	空気量 (%)
無混和	192	2.8
CASE1	50	6.2
	75	6.9
	100	7.9
CASE2	50	4.5
	75	4.7
	100	5.5

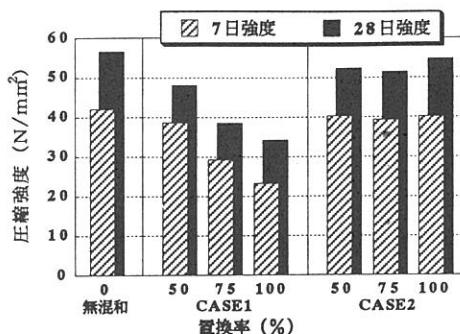


図-2 モルタルの圧縮強度

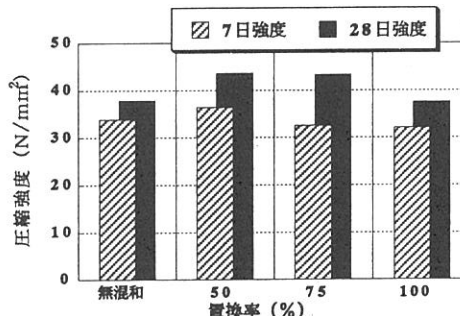


図-3 コンクリートの圧縮強度

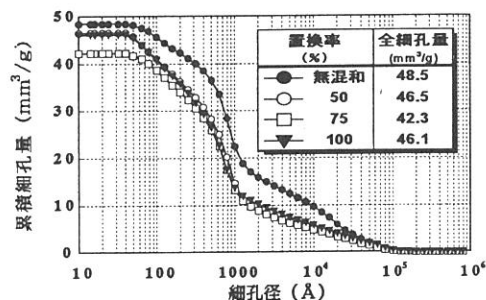


図-4 細孔径分布

表-4 鉛の溶出濃度

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