

都市ゴミ溶融スラグを混入したコンクリートの物性

名古屋工業大学

学生員

○高田 聡恵

正会員

糸山 豊

名古屋工業大学

正会員

Nasir Shahid

正会員

梅原 秀哲

名古屋工業大学

正会員

上原 匠

1. はじめに

都市ゴミ溶融スラグ（以下スラグと称する）とは、各家庭からの生活廃棄物や企業からの事業系廃棄物を、間接または直接 1200℃以上の高温の下、溶融炉で溶融処理した残渣である¹⁾。スラグはそれに含まれるアルミニウムによってコンクリートを膨張させ、コンクリートの物性に影響を及ぼすことが懸念されているが、溶融方式によって膨張性状に差がみられる場合があるため、スラグの種類ごとにその物性を把握する必要がある。そこで本研究では3種類のスラグを対象に、スラグを細骨材と置換して混入したコンクリートの膨張性状および硬化後の物性の把握を試みた。

2. 使用材料

今回対象としたスラグは、Sg1（ゴミを直接溶融して製造した水砕スラグ）、Sg2（焼却残渣を溶融して製造した水砕スラグ）、Sg3（焼却残渣を溶融して製造した空冷スラグ）の3種である。スラグの化学組成を表-1に示す。スラグの主成分はSiO₂、Al₂O₃、CaOであり、これらの成分が合計で80%以上を占めている。なお、いずれのスラグも環境庁告示 46 号の溶出基準を満たし、アルカリ骨材反応性（ASR）は無害であることが確認されている²⁾。また、スラグの骨材試験結果からは、物理的性質は一般に用いられている骨材とほぼ同等であるが、すり減り減量値が大きいことと、粗粒分が多く土木学会の細骨材の標準粒度から外れることが確認されている。使用材料を表-2に示す。

表-1 溶融スラグの化学組成

化学組成 (%)					
成分名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Sg 1	46.4	16.7	5.5	19.5	2.9
Sg 2	38	21	1.7	30	2.9
Sg 3	42.8	16	0.5	29.5	1.8

表-2 使用材料

使用材料	種類	記号	物性または成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度:3.15g/cm ³ 比表面積:3340cm ² /g
細骨材	山砂(豊田産)	S	密度:2.56g/cm ³ 吸水率:1.71%粗粒率:2.83実積率:67.2%
粗骨材	碎石(春日井産)	G	密度:2.69g/cm ³ 吸水率:0.61%粗粒率:6.80最大寸法:20mm
溶融スラグ	シャフト炉式ガス化溶融炉	Sg1	密度:2.68g/cm ³ 吸水率:0.76%粗粒率:3.78実積率:53.9%
	プラズマ式溶融炉	Sg2	密度:2.89g/cm ³ 吸水率:0.44%粗粒率:3.38実積率:58.2%
	交流電気抵抗式溶融炉	Sg3	密度:2.80g/cm ³ 吸水率:0.05%粗粒率:4.32実積率:59.8%
混和剤	高性能AE減水剤	SP	主成分:ポリカルボン酸系
	AE助剤	AE	主成分:樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤

3. 実験概要および結果・考察

3.1 実験概要

試験項目は、スランプ試験（JIS A 1101-1998）、空気量試験（JIS A 1118-1997）、単位容積質量試験（JIS A 1116-1997）、ブリーディング試験（JIS A 1123-1997）、膨張量試験、圧縮強度試験（JIS A 1108-1999）とした。なお膨張量試験は、市販のプラスチック製型枠に試料を充填し、その上部に円筒形の発泡スチロール製フロートを載せ、フロートの上下移動量をダイヤルゲージによって計測することにより行った。計測は膨張現象が認められなくなるまで 30 分間隔で行った。（図-1）

3.2 配合および試験結果

配合およびフレッシュ試験結果を表-3に示す。スラグは細骨材と置

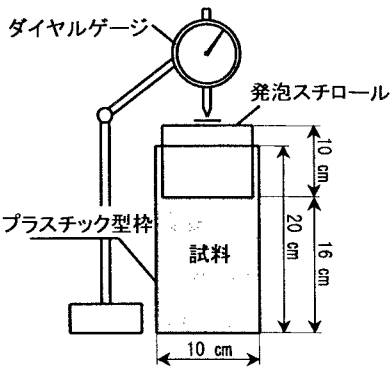


図-1 膨張量試験

表-3 配合および試験結果

シリーズ	置換率 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					SP (%)	AE (%)	フレッシュ試験結果		
			W	C	S	G	Sg			Sl (cm)	Air (%)	単容 (t/m ³)
Base	0	50	180	360	812	925	—	C×0.10	C×0.008	8.0	4.9	2.28
	25				609		213			7.3	6.0	2.27
	50				406		425			7.5	7.4	2.24
	75				203		637			5.3	8.4	2.22
Sg2	25				609		229			8.3	5.3	2.30
	50				406		458			8.5	5.6	2.30
	75				203		687			9.5	8.9	2.24
	25				609		222			9.0	6.8	2.25
Sg3	50				406		444			11.7	7.5	2.25
	75				203		666			11.0	8.4	2.24

換して用い、置換率は25、50、75%の3水準とした。スランプの増減現象がスラグによって異なる結果となったのは、スラグの表面形状の違いによるものと考えられる。また、いずれのスラグも置換率の増加に伴い空気量が増加する結果となったのは、スラグの実積率が細骨材と比較して低く、間隙に空気が入り込みやすいためだと考えられる。

図-2にブリーディング試験結果を示す。Sg1はスラグ置換率が大きくなるに従って小さくなり、他のスラグは逆に大きくなる傾向を示した。これは、各スラグの置換率の増加に対するスランプの変化に対応する結果となった。

図-3にフレッシュコンクリートの膨張量試験結果を示す。いずれの供試体も材齢4時間後までに膨張現象が終了し、Sg1-50、75では膨張が確認された。また、Sg1シリーズにおいては置換率の増加に伴い膨張量が増加する結果となった。

図-4に圧縮強度試験結果(28日強度)を示す。スラグ置換率の増加に伴い強度が低下する傾向を示し、スラグを混入したケースはBaseと比較して小さな値となった。強度の低下は、スラグ自身の強度が低いこと、スラグとセメントペーストとの界面接着強度が低いこと等が要因であると考えられる。

図-5に圧縮強度と膨張量の関係を示す。図中の膨張量は、膨張の確認されたSg1について、図-3の最終値から最低値を減じた値とした。膨張量の増加に伴って圧縮強度が低下する傾向を示したが、今回の結果からはこの強度低下がスラグ置換率の増加によるものか膨張によるものかは判断できなかった。

これらの結果より、スラグを細骨材の代替品として利用する場合は、使用するスラグの種類および置換率によって、その膨張性状とスラグ自身の物性を把握する必要があるといえよう。

4. まとめ

スラグの種類によるフレッシュ性状の違いを把握するとともに、置換率の増加に伴って膨張量が増加するシリーズ(Sg1)においては、置換率の増加に伴う明らかな圧縮強度の低下が認められた。また、スラグを細骨材の代替品として利用する場合は、使用するスラグの種類によって、その膨張性状とスラグ自身の物性を把握する必要があることが明らかとなった。

【参考文献】 1) 建設省土木研究所材料施工部新材料開発研究官：公共工事における試験施工のための他産業再生資材評価マニュアル案、土木研究所資料第3667号、1999.9

2) 服部啓二・桐山和也・青山敬・山口昇三・梅原秀哲：都市ゴミ熔融スラグのコンクリート用材料への適用に関する基礎的研究、土木学会中部支部平成12年度研究発表会講演概要集、第V部門、2001.3

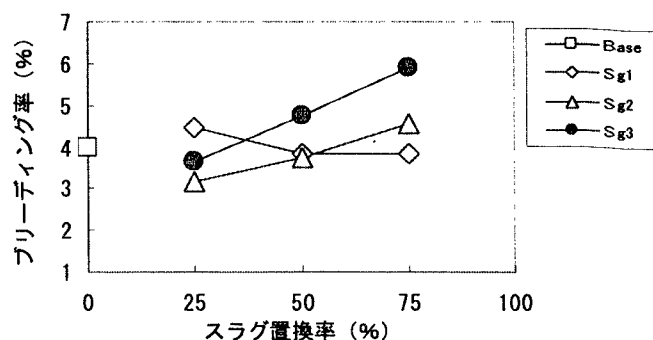


図-2 ブリーディング試験結果

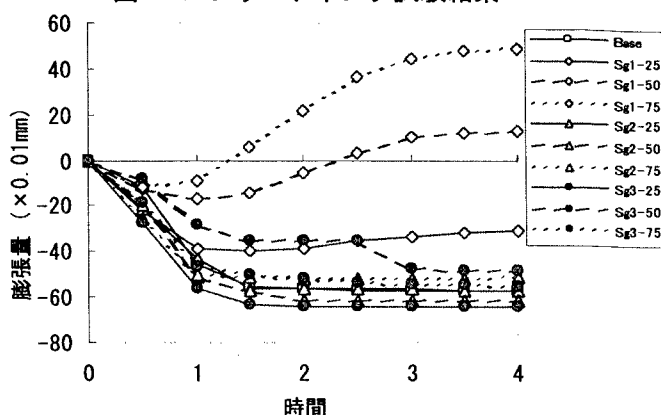


図-3 膨張量試験結果

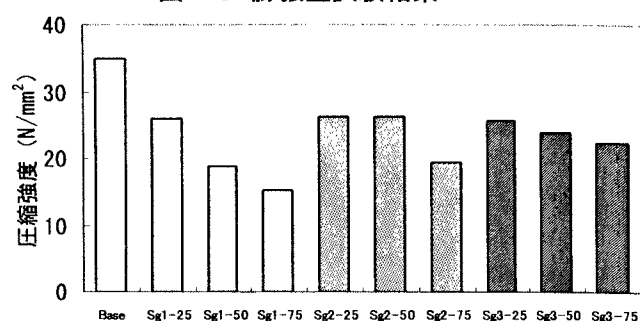


図-4 圧縮強度試験結果

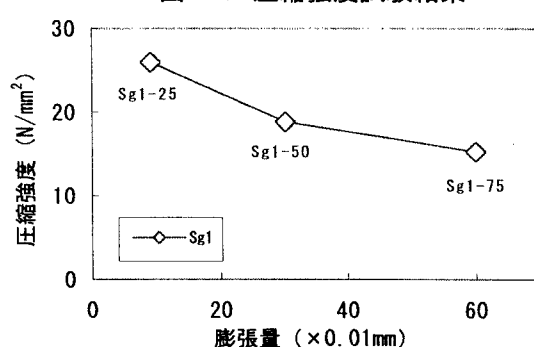


図-5 圧縮強度と膨張量の関係