

都市ゴミ溶融スラグを混入したコンクリートの膨張性状に関する研究

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⁾。溶融処理方式は、焼却処理方式に比べ、揮発分の分離、体積の減少、および均質化を可能とすることが特長であり、現在、このスラグを建設資材として利用するための多くの研究が行われている²⁾。ところで、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、フレッシュ時のコンクリートの膨張性状を把握する試験方法は確立されていない。そこで本研究では、スラグが骨材として適用可能かどうか検討するための簡単な膨張量試験方法を提案し、スラグを混入したコンクリートの膨張性状の把握を試みた。

2. 使用材料

今回対象としたスラグは、酸素式熱分解直接溶融炉にて、可燃ゴミ、不燃ゴミを溶融した後水砕したものであり、排出量は1~2トン/日である。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、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³⁾。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
Sg1	46.4	16.7	5.5	19.5	2.9

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
細骨材	山砂（豊田産）	S	密度：3.56g/cm ³ ，吸水率：1.71%，粗粒率：2.83
粗骨材	碎石（春日井産）	G	密度：3.69g/cm ³ ，吸水率：0.61%，粗粒率：6.80
溶融スラグ	酸素式熱分解直接溶融方式	Sg1	密度：3.68g/cm ³ ，吸水率：0.76%，粗粒率：3.78
混和剤	高性能AE減水剤	SP	主成分：ポリカルボン酸系

3. 実験概要および結果・考察

コンクリート材料に起因する膨張に関しては、モルタルによる試験方法（JSCE-F522-1999等）があるが、コンクリートを対象にした簡易的な確認方法は確立されていない。そこで、プラスチック型枠と発泡スチロールを用いた膨張現象の簡易確認方法を提案し、確認方法の検討を行うとともに、膨張量の把握と圧縮強度について実験結果を基に検討した。

3.1 膨張量試験方法

試験方法を図-1に示す。試験は市販されているプラスチック型枠に高さ16cm程度まで試料を充填し、上部に直径10cm、高さ10cmの円筒形の発泡スチロールを載せ、発泡スチロールの上下移動量をダイヤルゲージによって計測することで、フレッシュコンクリートの膨張を確認するものである。この試験で得られる値は上下方向の膨張量（0.01mm）である。計測はフレッシュコンクリートの試験後ただちに試験体を作製し、膨張現象が認められなくなるまで30分間隔で行った。

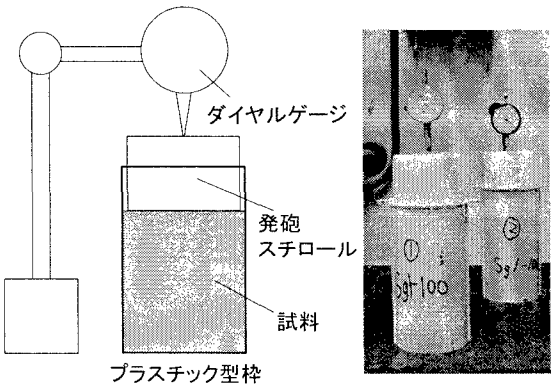


図-1 膨張量試験

3.2 配合および試験結果

配合および試験結果を表-3に示す。
スラグは細骨材と置換して用い、置換率は 0、50、100%の3水準とした。
なお、Base（置換率 0%）にアルミニウム粉末をセメント質量で 0.02%混入

表-3 配合および試験結果

シリーズ	単位量 (kg/m ³)					減水剤 (%)	フレッシュ試験結果		
	W	C	S	G	Sg	Al (%)	Sl (cm)	Air (%)	単容 (t/m ³)
Base	180	360	812	925	0	—	4.2	2.3	2.34
Sg1-50			406		425		3.3	2.1	2.37
Sg1-100			0		850		0.6	3.1	2.38
Al			812		0	C×0.02	4.0	1.0	2.39

したコンクリートも作製した。試験目的を膨張量の把握としたことから、目標強度、スランプ、空気量は設定せず、混和剤は高性能AE減水剤のみを使用し、スランプ、空気量の補正は行わなかった。

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)、膨張量試験、圧縮強度試験 (JIS A 1108-1998) である。

試験結果は表-3に示すとおりである。混和剤の調整を行わなかったことから、低スランプ、低空気量のコンクリートとなった。しかし、材料分離は見られず、直ちに膨張試験用供試体を作製し、計測を行った。

図-2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ていることが確認された。Base では収縮が生じ、アルミニウム粉末を混入した Al では約 5mm 膨張していることが確認された。スラグを混入した場合も置換率が大きくなるにしたがって膨張量も大きくなり、スラグ置換率 50%および 100%でのひずみは約 1.8%、0.5%程度である。

今回提案した試験方法での膨張現象の把握が可能であることから、性能評価や配合設計に利用可能と考えられる。ただし、膨張量試験では、フロート（発泡スチロール）はコンクリート供試体上部に密着しており、ブリーディング水はフロートと型枠の隙間から上昇することが確認された。すなわち、提案する試験での計測値にはブリーディング水を除く膨張量が示される。

図-3にコンクリートの圧縮強度試験結果（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、圧縮強度は Base と比較して小さな値となった。アルミを混入した膨張量の大きい Al の強度が Sg1 よりも大きい結果が得られたことから、スラグ自身の強度が低いことやペーストとの界面接着強度が低いことが考えられる。したがって、スラグを細骨材の代替品として利用する場合は膨張性状とスラグ自身の物性を十分考慮する必要があるといえよう。

4. まとめ

フレッシュコンクリートの体積変化の把握を目的とした簡便な試験方法を提案するとともに、スラグを細骨材の代替品として利用する場合は個々の配合ごとにフレッシュ時の膨張性能の把握が必要であることを明らかにした。今後の課題としては、膨張現象の解明を含む基礎物性・耐久性等のデータの蓄積、保管方法、配合方法、用途開発が挙げられる。

【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

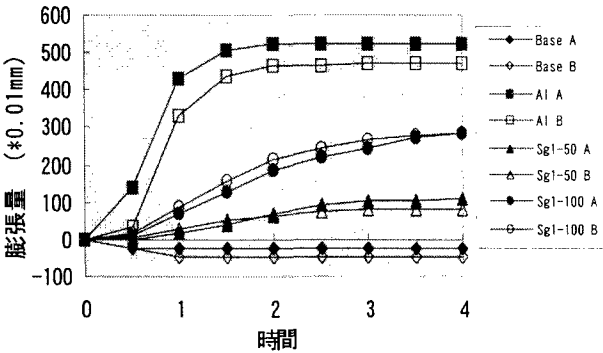


図-2 膨張量試験結果

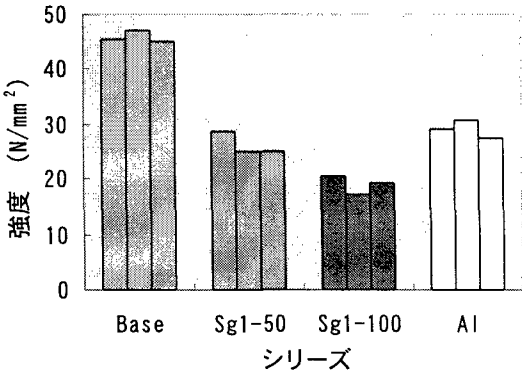


図-3 圧縮強度試験結果