

空冷ごみスラグのコンクリート用粗骨材への適用性に関する調査

国土交通省中国地方整備局中国技術事務所 出路 康夫 正会員 西川 宗一郎 正会員 ○原田 奈々
財団法人先端建設技術センター 西田 穂積 正会員 土田 克美

1. はじめに

一般廃棄物熔融スラグ（以下「ごみスラグ」と呼ぶ）は、冷却方式により水砕ごみスラグ・空冷ごみスラグ・徐冷ごみスラグに大別される。水砕ごみスラグは一般に細かな破片状もしくは針状で産出され、ほとんど結晶化は見られない。これに対し空冷ごみスラグは、大気中で冷却するため比較的大きな塊状で、結晶化の進んでいないガラス質のものとして産出される。また、徐冷ごみスラグは冷却温度の制御により結晶化が進み物理的強度が高いが、国内ではほとんど産出されていない。全国的には水砕ごみスラグを産出する施設が多いが、中国地方では用途の拡大を目的として、粒径の大きいごみスラグを産出できる空冷方法を採用する熔融施設も多く造られているため、空冷ごみスラグのコンクリート用粗骨材への適用性に関する調査を行った。

2. 空冷ごみスラグの特性

実験で用いた空冷ごみスラグ（熔融施設A、Bから産出したスラグ）と砕石の物理試験結果、結晶化率の結果を**表-1**に示す。本試験で使用した空冷ごみスラグ及び砕石は、JIS A 5005の砕石の規格値を満足していた。ガラス化率は、高炉スラグの一般値と同程度であり、結晶化がほとんど進行していない状態であった。また溶出試験結果はTR A 0016（コンクリート用熔融スラグ細骨材）の基準値を満足していた。空冷ごみスラグの品質変動を把握するため、一ヶ月に3回（上、中、下旬）物理試験を実施した。試料採取は、熔融施設で粒度調整・破碎処理を行う前段階において、JIS K 0060「産業廃棄物のサンプリング方法」に従って行った。Aスラグの品質変動を**図-1**に示す。

表-1 JIS規格値と物理試験・結晶化率の結果

試験項目	JIS A 5005	Aスラグ	Bスラグ	砕石2010	砕石1005
表乾密度 (g/cm ³)	—	2.64	2.84	2.72	2.70
絶乾密度 (g/cm ³)	2.5 以上	2.64	2.84	2.71	2.68
吸水率 (%)	3.0 以下	0.22	0.19	0.42	0.57
微粒分量 (%)	1.0 以下	0.2	0.8	0.6	0.99
安定性 (%)	12 以下	2.9	1.1	3.0	1.9
実績率 (%)	—	58.0	59.7	59.7 (混合後)	
粒形判定実績率 (%)	55 以上	58.6	59.4	59.1 (混合後)	
すりへり減量 (%)	40 以下	39.4	34.5	9.8	10.8
結晶化率 ¹⁾ (%)	—	2.3	4.0	—	—
(ガラス化率 %)	—	(97.7) ²⁾	(96.0) ²⁾	—	—

※¹⁾：結晶化率(%)=((全粒子の数)-(不透明(偏光色)を示す粒子の数))/全粒子の数

※²⁾：高炉スラグ骨材の一般値は、ガラス化率95%以上。

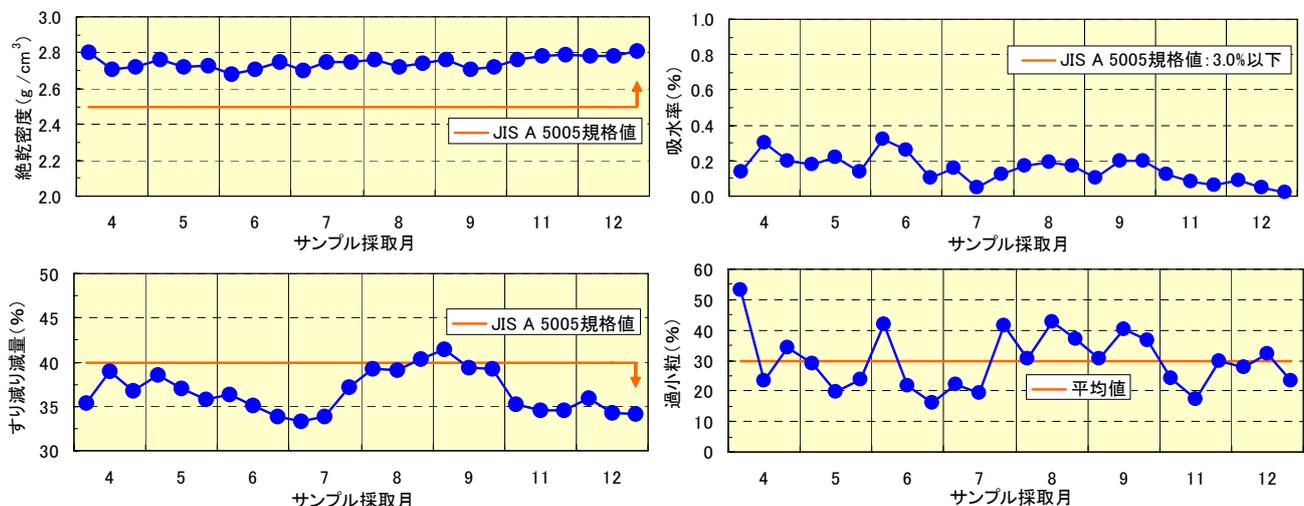


図-1 品質変動調査例（対象：Aスラグ，測定期間：平成17年4月～12月。10月は炉休止）

キーワード ごみスラグ，粗骨材，コンクリート，空冷スラグ，再生材料

連絡先 〒736-0082 広島市安芸区船越南2-8-1 中国技術事務所 品質調査課 TEL 082-822-2340 FAX 082-823-9706

表-2 配合条件

項目	内容
セメントの種類	高炉セメントB種
水セメント比	Aスラグ：60% Bスラグ：50, 55, 60%
混合率	Aスラグ：0, 20, 30, 40, 50, 100% Bスラグ：0, 25, 50, 75, 100%
呼び強度	18
スランブ	8±1.0cm（室内試験）
空気量	4.5±0.5%（室内試験）
粗骨材最大寸法	20mm
単位水量上限値	175kg/m ³

JIS A 5005 の「コンクリート用砕石」を目安とすると、絶乾密度、吸水率は規格値を満足し変動幅も小さかった。一方、すりへり減量は変動幅が大きく、規格値を超えることもあった。また、自然粒度の過小粒割合（5mmふるいを通すスラグの質量比）の変動幅が大きいことが確認された。

3. 空冷ごみスラグを粗骨材に用いたコンクリート特性

空冷ごみスラグを無筋コンクリートに使用するため、普通粗骨材と混合したごみスラグの容積比（以下「混合率」と呼ぶ。）及び水セメント比をパラメータとして各種試験を行った。配合条件を表-2に、混合率と圧縮強度の関係を図-2に、混合率と凍結融解試験の相対動弾性係数の関係を図-3に示す。

コンクリートの圧縮強度については、混合率が大きくなるほど発現強度が低下する傾向がみられた。原因として、混合率が大きくなるほど所要スランブを確保するために必要な単位水量が増加すること、空冷ごみスラグの表面が平滑なガラス質でペーストとの付着力が弱いことによる影響が考えられる。

凍結融解試験結果については、混合率が大きくなるほど相対動弾性係数の低下が認められた。原因として、骨材とセメントペースト界面の空隙による影響が考えられる。写真-1は混合率100%の凍結融解試験後に走査型電子顕微鏡による骨材界面観察を行ったものである。このような界面の空隙は、凍結融解試験前や混合率0%のコンクリートにおいては確認されなかった。また、混合率40%までは、耐凍害性に関する許容限界の目安とされる相対動弾性係数60%以上を満足している。

4. まとめ

本調査では、空冷ごみスラグについて以下の結果が得られた。

- (1) 物理試験の結果、JISA5005の規格値を満足していたが、すりへり減量については品質変動幅が大きく規格値を超えることもあった。
- (2) 無筋コンクリート構造物については、普通骨材と混合することによりコンクリート用粗骨材として適用できる。
- (3) 圧縮強度は、混合率が大きくなるにつれて低下する。
- (4) 相対動弾性係数は、混合率が大きくなるにつれて低下する。
- (5) 混合率は40%程度までがコンクリート用粗骨材としての適用範囲と考えられる。

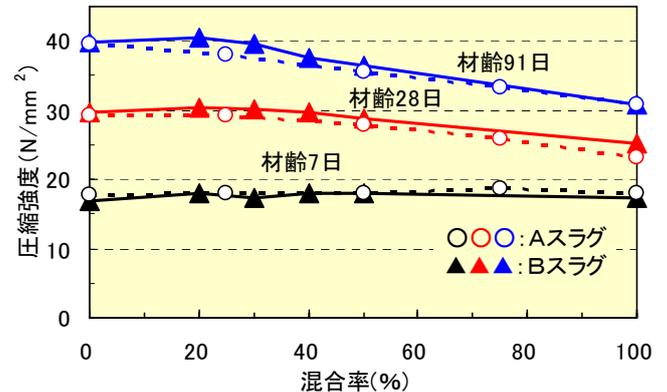


図-2 混合率と圧縮強度（水セメント比 60%）

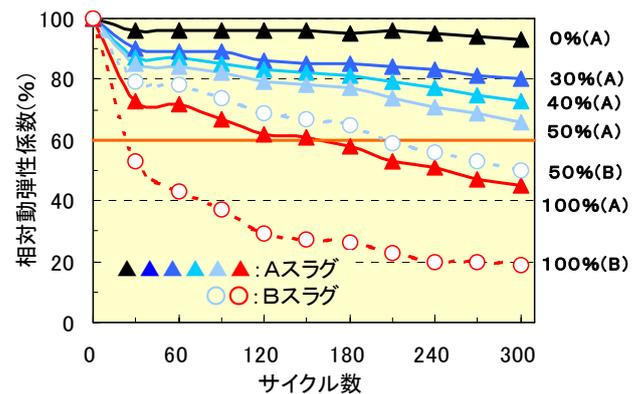


図-3 混合率と相対動弾性係数（水セメント比 60%）

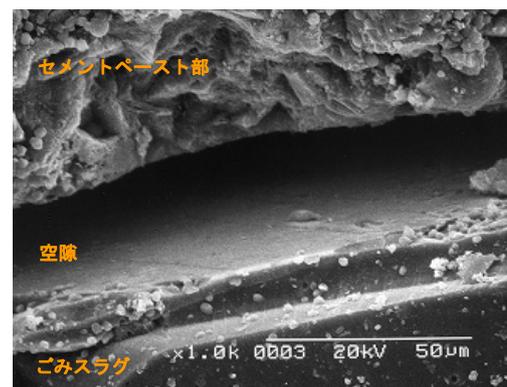


写真-1 骨材界面観察（凍結融解試験後）