

青森・岩手県境不法投棄産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用スラグ細骨材の特性

八戸工業大学 循環型社会技術システム研究センター 正会員 ○山道 浩仁

八戸工業大学 正会員 庄谷 征美 八戸工業大学 石藤 大輔

八戸工業大学 田村 紘一 八戸工業大学 鈴木 一継

1.はじめに

青森・岩手県界における国内最大規模の不法投棄産業廃棄物（以下「廃棄物」と記す）は、両県にとって大きな問題となっており、現在、全量撤去に向けた作業が続いている。これまで、廃棄物はセメント原料の一部として使用されており、また溶融処理により無害化、減量化も進められている。後者の溶融固化したスラグは、再資源化・再利用について多方面で検討が試みられており、特に建設産業では大量の有効利用が可能であると期待されており、利用技術のさらなる確立が求められている。そこで本研究は、廃棄物を溶融固化し空気中で徐冷した空冷スラグと水中で急冷した水冷スラグを製造し、コンクリート用のスラグ細骨材として用いた場合の特性について基礎的な検討を行った。

2.廃棄物溶融スラグ細骨材の製造

廃棄物溶融スラグ細骨材は、不法投棄現場より撤去搬出されている廃棄物を使用し、アーク式溶融炉にて溶融処理を行い製造した。空冷（徐冷）スラグ（以下「AS」）は、溶融後、炉内で一夜冷却後回収し破碎したものである。一方、水冷（急冷）スラグ（以下「WS」）は、冷却用水槽に溶融物を流し込み、冷却後に回収し乾燥後破碎し製造した。製造した廃棄物溶融スラグ細骨材の物理的性質を表-1に示す。ASおよびWSの密度および吸水率はJIS規格を満足することが確認できる。

表-1 廃棄物溶融スラグ細骨材の物理的性質

試料	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	ig.loss(%)	
				700°C	1000°C
空冷スラグ(AS)	2.74	2.73	0.33	-1.23	-1.15
水冷スラグ(WS)	2.66	2.65	0.43	-0.48	-0.86

3.実験概要

3.1 廃棄物溶融スラグ細骨材のアルカリシリカ反応性試験

一般に溶融スラグ細骨材は、SiO₂を主成分とすることからアルカリシリカ反応性を有することが懸念される。そこで、アルカリシリカ反応性試験を行った。試験はJIS A 5031に準じたモルタルバー法とJIS A 1804に準じ迅速法を実施した。なお、迅速法では長さ変化率を測定した。

3.2 廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの実験

本研究で使用した使用材料は、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）、細骨材は石灰岩砕砂（密度 2.69g/cm³）、廃棄物溶融スラグ細骨材ASおよびWS、粗骨材は最大寸法 20mmの石灰岩碎石（密度 2.69g/cm³）を使用した。さらに、AE剤はアニオン系界面活性剤を主成分とするものを使用した。実験に用いたコンクリートの水セメント比は50%とし、廃棄物溶融スラグ細骨材は、容積で50%および100%置換した。その配合を表-2に示す。なお、目標スランプ値、目標空気量はそれぞれ80mm、5.0%とした。

フレッシュコンクリートの試験はJIS A 1123に準じブリーディング試験を行った。硬化コンクリートの試験は圧縮強度試験（JIS A 1108）、引張強度試験（JIS A 1113）、および凍結融解抵抗性試験（JIS A 1148）を水中凍結融解試験方法（A法）を実施した。

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	種 類	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE (%)
			W	C	S		G	
					砕 砂	スラグ		
50	L-100	38.0	159	318	706	-	1151	0.030
	AS-100		176	352	-	690	1105	0.030
	WS-100		180	360	-	663	1094	0.030
	LAS-50		167	334	346	353	1130	0.030
	LWS-50		169	338	345	341	1124	0.030

4. 実験結果および考察

4.1 廃棄物溶融スラグ細骨材のアルカリシリカ反応性

図-1に廃棄物溶融スラグ細骨材のモルタルバー法によるアルカリシリカ反応性の試験結果を示す。いずれの廃棄物溶融スラグ細骨材においても平均膨張率は最大で 0.02～0.03%と同様の傾向を示しアルカリシリカ反応性は無害と判定される。また、迅速法における煮沸後の長さ変化率も0.02～0.03%を示し、ほぼ一致する結果となり本研究で製造した廃棄物溶融スラグ細骨材はアルカリシリカ反応性に対し無害であることが確認された。

4.2 廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリート

図-2にブリーディング試験の結果を示す。廃棄物溶融スラグ細骨材を置換したコンクリートは、 $0.5\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以上の過度のブリーディングを発生し、特にWSを100%置換したコンクリートにおいて最終ブリーディング量が $0.71\text{cm}^3/\text{cm}^2$ となった。この原因として、所定のスランブを得るための単位水量が多いこと、廃棄物溶融スラグ細骨材の表面がガラス質であることが影響しているものと考えられる。

廃棄物溶融スラグ細骨材を100%置換したコンクリートの圧縮強度は石灰石砕砂を用いたコンクリートと比較し28日強度においてASは約20%、WSは約30%低い強度を示した。さらに、廃棄物溶融スラグ細骨材を50%置換したコンクリートの場合、LASは約15%、LWSは約20%の低下となりスラグ置換率を調整することによって圧縮強度の低下が抑制される傾向にある。図-3にコンクリートの圧縮強度と引張強度の関係を示す。この図より、圧縮強度と引張強度の関係は、 $1/9\sim 1/13$ の範囲にあることがわかる。

図-4は、凍結融解試験結果より算出した耐久性指数と最終ブリーディング量の関係を示したものである。この図より、最終ブリーディング量の増加に伴い、廃棄物溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性は著しく低下することが確認された。これは、過度なブリーディングによりコンクリート内部に欠陥部が生じたためであると考えられる。なお、これまでの各種スラグ細骨材と同様に、最終ブリーディング量を $0.5\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 程度以下にすることにより耐久性指数60%を確保できるものと考えられる。

5. まとめ

廃棄物溶融スラグ細骨材は、アルカリシリカ反応性は無害である。強度や耐凍害性は、スラグ置換率の調整や、単位水量減ずるなどのブリーディングを抑制することにより改善できると考えられる。

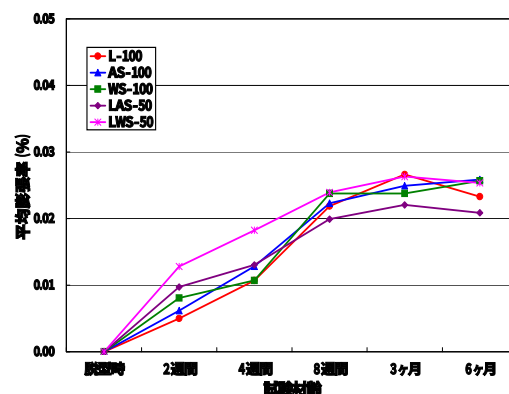


図-1 アルカリシリカ反応性試験結果

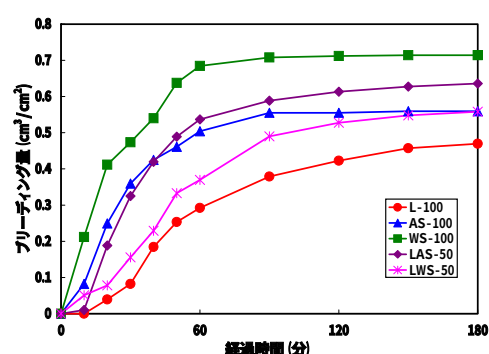


図-2 ブリーディング試験結果

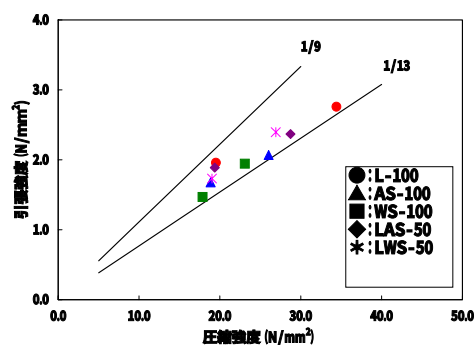


図-3 圧縮強度と引張強度の関係

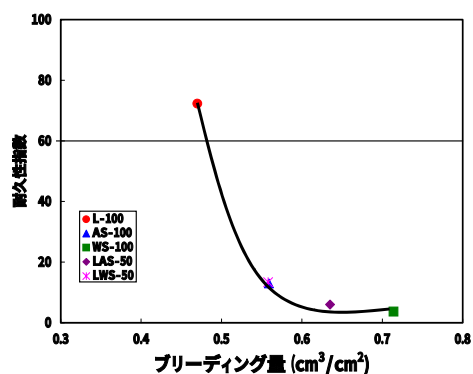


図-4 耐久性指数とブリーディング量の関係