

焼却灰溶融スラグコンクリートの性質について －膨張および中性化性状－

日本大学 学生会員 金子 輝一
日本大学 フェロー会員 越川 茂雄
日本大学 正会員 伊藤 義也

1. 目的

今日、一般廃棄物の発生抑制あるいは再資源及び新資源化としての有効利用等による減量化施策は我が国の最重要課題となっている。本研究で取り上げた焼却灰溶融スラグ（以下スラグ）は一般ゴミ焼却灰の減量化対策の一環として焼却灰をさらに約 1400℃ の高温で溶融し、急冷（水冷）して製造されたものである。本研究はこの焼却灰溶融スラグの新資源化を目指し建設材料等への有効利用の一環として行ったものであり、焼却灰溶融スラグを細骨材に置換し混入した焼却灰溶融スラグコンクリート（以下スラグコンクリート）について膨張及び中性化性状について検討を行い、とりまとめたものである。

表-1 使用材料

種類	備考
セメント	普通ポルトランドセメント 比重3.16, 比表面積3360cm ² /g
細骨材	茨城県鹿島産陸砂 比重2.63, F.M.2.77, 吸水率1.37%
粗骨材	東京都青梅産碎石2005 比重2.67, F.M.6.70, 吸水率0.92%
AE減水剤	ポリアリスNo.70
空気量調整剤	ポリアリスNo.303A

2. 使用材料

実験に用いたスラグ（比重:2.72, 吸水率:0.62%, FM:4.14）は千葉県 A 市から採取したものであって、他の骨材の物性試験結果を表-1 に示す。また、使用したセメントは T 社製普通ポルトランドセメント（比重 3.16, 比表面積 3360cm²/g）である。混和剤はリグニンスルホン酸塩を主成分とする N 社製の AE 減水剤を標準使用量使用した。

3. 実験方法

3-1 膨張試験

3-1-1 コンクリートの配合

実験に用いたコンクリートの配合は表-2 に示す通りであり、単位セメント量を 260, 300 及び 340kg/m³ とし、スラグ置換率を 0, 40, 60 及び 100% として組み合わせた合計 12 配合である。なお、目標スランプ及び目標空気量はそれぞれ 12cm 及び 6% である。

3-1-2 試験方法

膨張試験は JSCE-F533「PC グラウトのブリーディング率及び膨張率の試験方法」に従い、コンクリート練り混ぜ後 5mm ふるいでウェットスクリーニングをしたモルタルを用いて行った。

3-1-3 試験結果

膨張試験の試験結果を表-3 に示す。この結果から焼却灰溶融スラグコンクリートの膨張率は材齢 1 日で 0.01～0.02%, 3 日で 0.02～0.03

表-2 コンクリートの配合

単位セメント量 (kg/m ³)	スラグ 置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤	
				スラグ				AE 減水剤 (C×%)	補助 AE剤 (C×%)
				W	C	S	G		
260	0	58.8	45.8	153	260	0	845	1024	1.5
	40	58.8	47.8	153	260	350	507	1024	0.5
	60	58.8	48.9	153	260	562	362	960	0.5
	100	58.8	53.3	153	260	1022	0	880	0
	0	51.0	44.2	153	300	0	803	1033	1.5
300	40	51.0	46.2	153	300	348	505	994	0.5
	60	51.0	47.3	153	300	534	345	972	0.5
	100	51.0	51.7	153	300	973	0	892	0
	0	45.0	42.9	153	340	0	767	1036	1.5
	40	45.0	45.0	153	340	333	482	998	0.5
340	60	45.0	46.1	153	340	511	330	980	0.5
	100	45.0	50.5	153	340	933	0	900	0

表-3 膨張試験結果 単位: (%)

単位セメント量 (kg/m ³)	スラグ 置換率 (%)	材齢(日)						
		1	2	3	4	5	6	7
260	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	40	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
	60	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
	100	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
300	40	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	60	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	100	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
	40	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
340	60	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
	100	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

キーワード 溶融スラグ, 焼却灰, 膨張, 中性化

日本大学生産工学部土木工学科 (習志野市泉町 1-2-1, 047-474-2470, FAX047-474-2449)

%であったが、いずれの場合も材齢7日で0.03%以下であり、単位セメント量及びスラグ置換率の増減に関わらず膨張は認められなかった。

3-2 中性化試験

3-2-1 コンクリートの配合

実験に用いたコンクリートの配合は表-4に示す通りであり、水セメント比50%の場合はスラグ置換率を0、20、40、60及び100%とし、水セメント比45、55及び60%の場合はスラグ置換率を0及び40%とした合計11配合である。なお、目標スランプ及び目標空気量はそれぞれ12cm及び6%である。

3-2-2 試験方法

中性化試験に用いた供試体は10×10×40cmの角柱供試体である。供試体は材齢28日まで標準水中養生を行った後、CO₂濃度5%、温度20℃、相対湿度65%に保たれた試験装置内に入れ、促進中性化期間を3日、7日、14日、21日、28日及び35日としてコンクリートの中性化を促進させた。所定の各期間において供試体の長軸方向に対して垂直な断面で割裂し、割裂面にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧して、無着色部分を4方向からクラックゲージまたはノギスを用いて各方向2ヶ所ずつ合計8ヶ所測定し、その平均値を中性化深さとした。

3-2-3 試験結果

平均中性化深さを表-5及び促進中性化期間と平均中性化深さの関係を図-1に示す。表-5及び図-1において同一水セメント比の平均中性化深さはスラグ置換率が大となるに従い、大となることが認められた。これは置換率の増加に伴い表-6に示す通りブリーディング量が増大することによるものと推察される。またスラグ置換率0%の場合の中性化期間35日における水セメント比50%、55%及び60%の平均中性化深さは水セメント比45%のものに比してそれぞれ4.42倍、5.07倍及び5.61倍となり、スラグコンクリートの中性化深さもAEコンクリートと同様に水セメント比が大となるほど大となることが認められた。

4. まとめ

本研究で得られた結果は、以下の通りである。

- (1) 焼却灰溶融スラグコンクリートの膨張率はいずれの場合も0.03%以下であり、単位セメント量、スラグ置換率の変化に関わらず膨張は認められなかった。
- (2) 焼却灰溶融スラグコンクリートの中性化は、水セメント比やコンクリート中の空隙が大きな支配要因であるため、置換率や水セメント比が大となるほど増加傾向を示した。

表-4 コンクリートの配合

W/C (%)	スラグ 置換率 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤	
			W	C	S		G	AE 減水剤 (C×%)	補助 AE剤 (C×%)
					スラグ	砂			
45	0	42.9	150	333	0	772	1044	0.25	1.5
	40	45.0	165	367	323	468	967		0.5
	0	43.9	150	300	0	803	1040		1.5
50	20	45.0	155	310	168	650	1009		1.0
	40	46.0	165	330	336	487	967		0.5
	60	47.1	170	340	509	328	936		0.5
	100	49.3	180	360	866	0	876		0
55	0	44.9	150	273	0	831	1036		1.5
	40	47.0	169	307	345	500	953		0.5
60	0	45.9	150	250	0	858	1027		1.0
	40	48.0	174	290	352	511	936		1.0

表-5 平均中性化深さ 単位(mm)

W/C (%)	スラグ 置換率 (%)	材齢(日)					
		3	7	14	21	28	35
45	0	0.019	0.094	0.164	0.369	0.419	0.820
	40	1.149	1.760	2.355	2.764	2.853	3.782
50	0	0.017	0.283	0.505	0.887	2.352	3.620
	20	0.225	0.383	1.241	1.293	2.618	3.851
	40	0.270	1.166	1.977	2.206	3.385	4.607
	60	0.554	1.018	1.321	3.865	4.592	8.020
	100	1.643	1.847	3.820	7.267	8.199	9.834
55	0	0.113	0.218	0.500	1.243	3.491	4.157
	40	1.243	2.499	3.908	5.843	6.168	6.916
60	0	0.107	0.467	1.126	2.121	3.853	4.599
	40	0.941	2.888	5.164	6.098	6.682	7.442

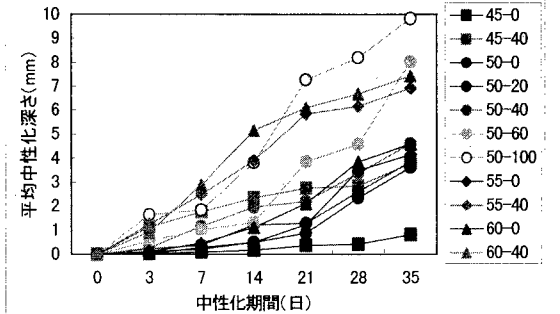


図-1 促進中性化期間と中性化深さの関係

表-6 ブリーディング試験結果

W/C (%)	スラグ 置換率 (%)	ブリーディング 量(cm ³ /cm ²)
50	0	0.15
	20	0.16
	40	0.19
	60	0.20
	80	0.27
	100	0.42