

電気炉酸化急冷スラグ細骨材を用いたコンクリートの基本性状

日本コンクリート技術 正会員 野島 省吾  
 JR 東海 正会員 迫田 貴秀  
 宇都宮大学大学院 正会員 藤原 浩己  
 愛知工業大学 フェロー会員 長瀧 重義

1. はじめに

近年環境に配慮した資源の再利用やコンクリート用骨材天然資源の枯渇から、代替骨材資源の確保が重要な課題となっている。このような背景の中、2003年3月に土木学会より「電気炉酸化スラグ骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針(案)」が策定、また同年6月に JIS A 5011-4「コンクリート用スラグ骨材 - 第4部：電気炉酸化スラグ骨材」が制定され、電気炉酸化スラグをコンクリート用細骨材に適用することが可能となった。

本研究では、電気炉酸化スラグ細骨材の中でも写真-1に示す球状の粒形と滑らかな表面を有する急冷スラグ(以下 Sg)を使用した。Sg は既往の研究により幾つかの利点と問題点が報告されている<sup>1)</sup>。特に利点としては良好な粒径による単位水量の減少とワーカビリティの向上が可能であること、問題点としては比重の違い等によるブリーディングが挙げられている。本報告は Sg を使用したコンクリートの基本性状を把握する基本性状試験と、高品質化を目的とした適用拡大試験で得られた結果について述べたものである。

2. 実験概要

2.1 基本性状試験

基本性状試験は目標スランプ 8cm のコンクリートを対象に、W/C と細骨材に対する Sg の置換率を諸元としてフレッシュ性状と硬化コンクリート性状を把握するために行った。Sg の品質を表-1に、使用材料を表-2に示す。諸元はスランプ 1 水準、W/C4 水準、細骨材中の Sg 置換率 5 水準とした。さらにコンクリート配合条件として、空気量 4.5%、S/a を 46% に固定した。試験はフレッシュコンクリートとしてスランプ、空気量、ブリーディング試験(JIS A 1123)、また標準養生供試体を使用した材齢 28 日圧縮強度試験(JIS A 1108)とした。表-3に諸元、配合、および一部試験結果の一覧を示す。

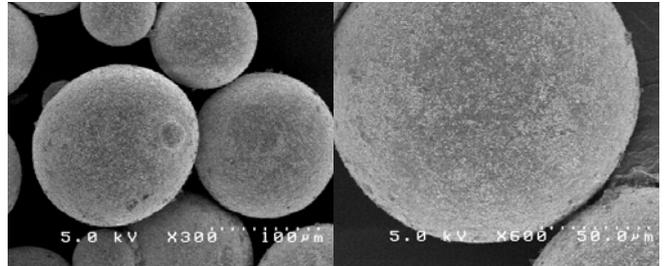


写真-1 SEM 写真(粒径 0.15mm 以下)

表-1 電気炉酸化急冷スラグ品質

項目		測定値	JIS規定値
化学成分	酸化カルシウム(CaOとして)	26.2	40.0以下
	酸化マグネシウム(MgOとして)	4.3	10.0以下
	全鉄 (FeOとして)	15.2	50.0以下
	塩基度 (CaO/SiO2として)	1.85	2.0以下
絶乾密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	3.79	N:3.1以上4.0未満 H:4.0以上4.5未満	
吸水率 [%]	0.13	2.0以下	
単位容積質量 [Kg/?]	2.57	N:1.8以上 H:2.2以上	
粗粒率	2.59	JIS範囲内	
アルカリシリカ反応性	A判定	化学法	

表-2 使用材料

種別	記号	名称	密度 [g/cm <sup>3</sup> ]
結合材	C	普通ポルトランドセメント	3.15
	S	川砂	2.62
細骨材	Sg	電気炉酸化スラグ細骨材	3.80
粗骨材	G	砕石	2.67
混和剤	SP	ポリカルボン酸系化合物 高性能AE減水剤	1.05
	AE	樹脂酸系界面活性剤 AE助剤	1.00

表-3 諸元および結果一覧

No	諸元		単位量 [kg/m <sup>3</sup> ]							フレッシュ性状		
	目標スランプ [cm]	W/C [%]	C	W	S	Sg	G	SP	AE	スランプ [cm]	空気量 [%]	
1	8 ± 1.5	45	0	356	160	820	0	983	3.03	-	9.5	3.8
2		50		320	160	835	0	1000	2.56	-	6.5	4.3
3		55		291	160	845	0	1013	4.37	-	8.0	3.8
4		60		267	160	855	0	1024	2.67	-	6.0	4.6
5		45		356	160	575	358	983	-	1.07	6.5	5.0
6		50	320	160	584	364	1000	-	0.96	7.0	4.8	
7		55	291	160	592	368	1013	-	2.04	7.5	3.8	
8		60	267	160	599	373	1024	-	1.87	7.5	4.1	
9		45	344	155	416	604	996	-	2.41	7.0	3.7	
10		50	310	155	422	613	1012	-	2.17	8.0	4.1	
11		55	291	160	423	614	1013	-	2.04	8.5	3.8	
12		60	267	160	428	621	1024	-	1.87	9.0	4.0	
13		45	333	150	253	856	1008	-	2.33	9.0	4.5	
14		50	290	145	260	878	1035	-	2.03	9.0	4.6	
15		55	264	145	362	889	1047	-	1.85	7.0	4.2	
16		60	242	145	265	897	1057	-	2.18	9.5	5.3	
17		45	322	145	0	1237	1020	-	1.29	9.0	3.5	
18		50	270	135	0	1284	1059	-	1.62	7.0	4.1	
19		55	255	140	0	1283	1059	-	1.53	8.0	4.8	
20		60	233	140	0	1295	1068	-	1.40	8.0	4.9	

キーワード 電気炉酸化スラグ, 急冷スラグ, 風砕スラグ, ブリーディング

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 4-38-1 TSビル5階 TEL 03-5669-6651

2.2 適用拡大試験

適用拡大試験はコンクリートの高強度領域への適用を目的に圧縮強度の目標値を 80N/mm<sup>2</sup>, 施工性の観点からスランブの目標値を 18cm とした。高強度コンクリートは単位セメント量が増大するために、自己収縮の増大, アルカリ総量が増しアルカリシリカ反応に不利となる。Sg は良好な粒径を有していることから、単位セメント量や単位水量の低減が期待できる。ここでは高性能 AE 減水剤量を単位セメント量の 0.6% に固定し、配合、材料分離および強度などの基礎的性質を把握するために行った。なおセメントには早強ポルトランドセメントを使用した。

3. 試験結果および検討

3.1 基本性状試験

前述の表-3 に示したように Sg 置換率が大きくなると、骨材の粒径の影響を受けて混和剤量, 単位水量が小さくなる。しかしながら、単位水量が最大で 15% 程度低減する中、ブリーディング率は図-2 に示すように大きくなっている。例えば Sg 置換率 30% で 0% の未混入に比べて約 2 倍に増大することから、粉体量, 細骨材の品質, S/a, 混和剤等の対策が必要となる。次に C/W と圧縮強度の関係を図-3 に示す。フレッシュコンクリートはブリーディングが大きく改善が必要であるが、実験で取り扱った Sg 置換率の範囲では、圧縮強度は C/W と線形関係が認められる。

3.2 適用拡大試験

本試験は Sg 置換率を 50% , また W/C を 30.6% に固定した。コンクリートの配合を表-4 に示すように単位セメント量は 517kg/m<sup>3</sup> から 450kg/m<sup>3</sup> へと 17% 小さい。このコンクリートは写真-2 に示すようにワーカビリティが良好な状態で、ブリーディングが生じないことを確認し。

圧縮強度は強度が安定する材齢 15 日で実施した。Sg 未使用供試体 77.5N/mm<sup>2</sup> に対して、Sg50% 使用供試体で 76.1N/mm<sup>3</sup> とほぼ同等の圧縮強度となっている。この試験は粉体量や W/C の改善を行ったものであるが、Sg の優れた効果を発揮したと言える。

4. まとめ

電気炉酸化急冷スラグは粒径が良好なために、単位水量や単位セメント量を小さくできる。しかしながら通常のコンクリートに使用する場合には、ブリーディング対策が肝要となる。

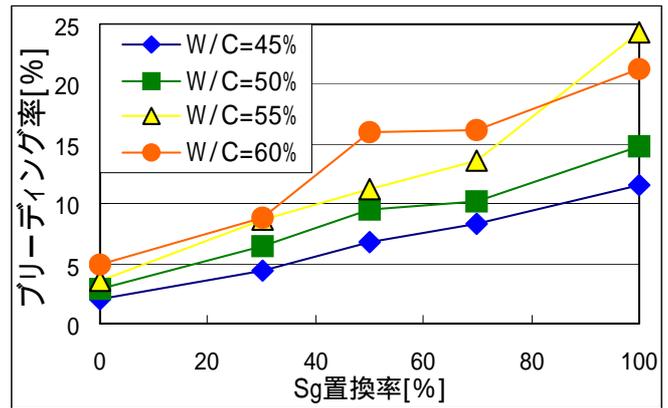


図-2 Sg 置換率-ブリーディング率の関係

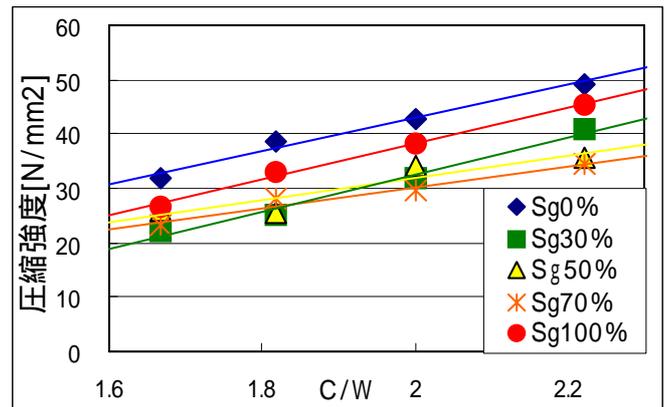


図-3 C/W-圧縮強度の関係

表-4 コンクリートの配合

目標スランブ [cm]	諸元		単位量 [kg/m <sup>3</sup> ]					フレッシュ性状	
	W/C [%]	Sg 置換率 [%]	C	W	S	Sg	G	スランブ [cm]	空気量 [%]
18	30.6	0	517	158	829	0	908	20.0	2.0
	30.6	50	450	135	441	634	966	19.0	2.3



写真-2 Sg50%使用コンクリート

一方、高強度などの高性能コンクリートに対しては極めて有効となる見通しを得ることができた。

参考文献

1) 斉藤正城, 阿部道彦, 電気炉酸化スラグ細骨材を用いたコンクリートに関する研究 : その 2: ブリーディングおよび調合, 社団法人日本建築学会, 学術講演梗概集. A-1, 材料施工 2003, 415-416, 2003-07-30