

高炉スラグ粗粉を用いたコンクリートの長期強度

足利工業大学 学生員 ○大澤 友宏
 足利工業大学 正会員 宮澤 伸吾
 第一セメント(株) 正会員 廣島 明男
 第一セメント(株) 正会員 久保田 賢

1. はじめに

高炉スラグ微粉末の製造過程で生じる比表面積の小さい高炉スラグ粗粉を有効利用できれば、省資源、省エネルギーの観点から極めて有効である。また比表面積の小さい高炉スラグ粗粉をコンクリートに使用すると新たな特性を与えられることが期待される。本研究では比表面積 1400cm²/g 程度の高炉スラグ粗粉を用いたコンクリートの長期強度を調べるとともにポロシティーの測定を行い、比表面積の粗い高炉スラグ粗粉のコンクリート用材料としての適用性を検討した。

2. 実験概要

2-1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(N)および高炉セメントB種[(BB)、高炉スラグの分量36%]、細骨材には川砂(密度2.60g/cm³、吸水率2.28%、粗粒率2.67)、粗骨材には硬質砂岩砕石(最大寸法20mm、密度2.64g/cm³、吸水率0.52%、粗粒率6.81)、混和剤にリグニン系AE減水剤(Ad)およびポリカルボン酸系高性能AE減水剤(SP)を使用し、空気量はAE助剤で調整した。高炉スラグ粗粉(BF1400)：(比表面積1390cm²/g、密度2.97g/cm³)を混和材として使用した。高炉スラグ粗粉の成分を表-1、粒度分布を図-1に示す。

表-1 高炉スラグ粗粉の成分(単位：%)

ig-loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
0.26	31.96	14.48	5.23	39.90	5.64	0.17
K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	total	塩基度	補正塩基度
0.23	1.04	0.04	0.53	97.38	1.88	1.87

2-2 配合および実験方法

コンクリートの配合を表-2に示す。水結合材比

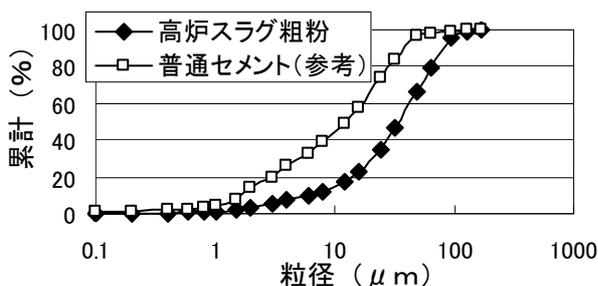


図-1 高炉スラグ粗粉の粒度分布

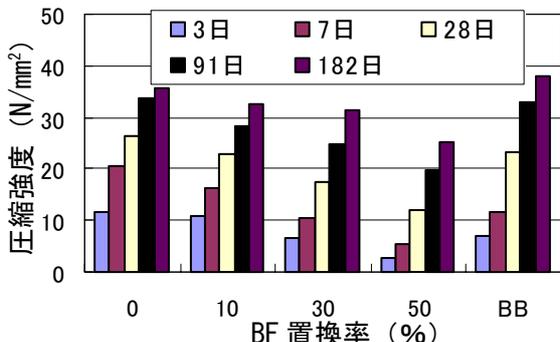


図-2 圧縮強度試験結果(W/B=65%)

表-2 コンクリートの配合

種類	W/B (%)	s/a (%)	BF/B (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(B×%)		
				W	C	S	G	Ad	SP	
N	65	49.1	0	262	0	890	937	0.35	-	
			10	235	26	889	936			
			30	183	78	888	935			
			50	131	131	887	933			
	50	46.1	0	324	0	822	975	0.45	-	
			10	292	32	821	974			
			30	227	97	819	973			
			50	162	162	818	971			
	40	43.1	0	425	0	723	970	0.45	-	
			10	383	43	722	968			
			30	298	128	720	966			
			50	213	213	719	963			
30	43.8	0	567	0	718	936	-	0.65		
		10	510	57	717	934		0.65		
		30	397	170	714	931		0.60		
		50	283	283	712	927		0.55		
25	45.6	0	680	0	705	854	-	0.90		
		10	612	68	704	852		0.90		
		30	476	204	700	848		0.75		
		50	340	340	697	844		0.60		
BB	65	49.1	-	170	262	-	887	934	0.35	-
	50	46.1	-	162	324	-	818	971	0.45	-
	40	43.1	-	170	425	-	719	964	0.45	-
	30	43.8	-	170	567	-	712	928	-	0.70
	25	45.6	-	170	680	-	698	845	-	0.80

keywords: 高炉スラグ粗粉, 比表面積, 圧縮強度, 長期材齢, ポロシティー

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学 T E L 0284-62-0605 E-mail: smiyazaw@ashitech.ac.jp

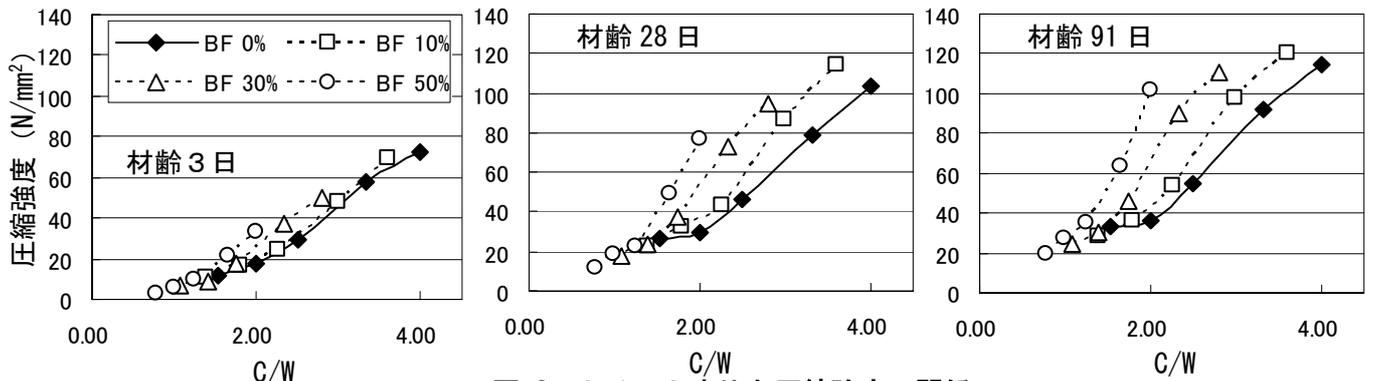


図-3 セメント水比と圧縮強度の関係

W/B=65、50、40%ではスランプ 8.0±2.5cm、空気量 5.0±1.0%、W/B=30、25%ではスランプフロー65±5cm、空気量 2.0±1.0%をそれぞれ目標とした。

コンクリートを 20℃水中養生し、材齢 3、7、28、91 および 180 日で圧縮強度試験を行った。また、W/B=50%では圧縮試験終了後のコンクリート供試体からモルタル片を採取し、水銀圧入式ポロシメーターにて細孔径分布の測定を行なった。

3. 試験結果および考察

3-1 フレッシュコンクリートについて

普通コンクリート(W/B=65、50、40%)ではBF1400を混入してもワーカビリティに大きな違いはなかったが、高強度コンクリート(W/B=30、25%)ではBF置換率が高いほどBF無置換の場合と同等のスランプフローを得るために必要なSP量を減らすことができる。

3-2 長期強度における圧縮試験について

図-2 に示すように同一水結合材比で比較するとBF置換率の増加とともにコンクリートの圧縮強度が低くなった。材齢7日まではBF置換率が小さいほど圧縮強度の伸びが大きく、7～91日では置換率にかかわらずほぼ同等の伸びである。しかし91日以降の圧縮強度の伸びはBF置換率が大きいほど大きくなっている。また、図-3 に示すようにセメント水比と圧縮強度の関係で整理すると、高炉スラグ粗粉は強度発現に寄与していることがわかる。材齢28日で同一強度を得るために必要な単位セメント量はBF置換率10%では10～15%、BF置換率50%では約30%減らすことが可能である。

3-3 細孔径分布について

BF置換率が大きくなるほど若材齢ではBF無置換に比べ径の大きい細孔の容積が多くなっているが、材齢の経過に伴い微細な細孔の容積が大きくなる傾向がみられた。

4. まとめ

高炉スラグ粗粉を混入したコンクリートは、無混入のコンクリートと同等またはそれ以上のワーカビリティを有している。高炉スラグ粗粉は圧縮強度の発現に寄与するため、セメント量の低減に効果があり、この効果は長期材齢であるほど顕著である。したがって、高炉スラグ粗粉はコンクリート用混和材として有効利用できる可能性がある。

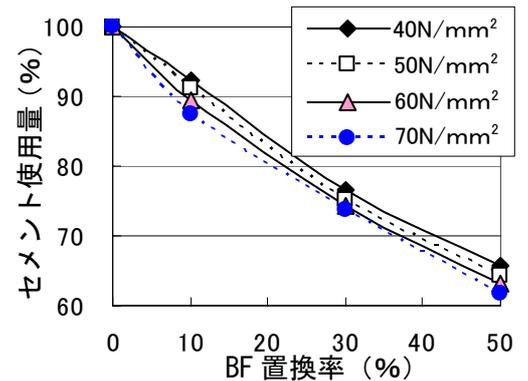


図-4 BF置換率とセメント量の関係

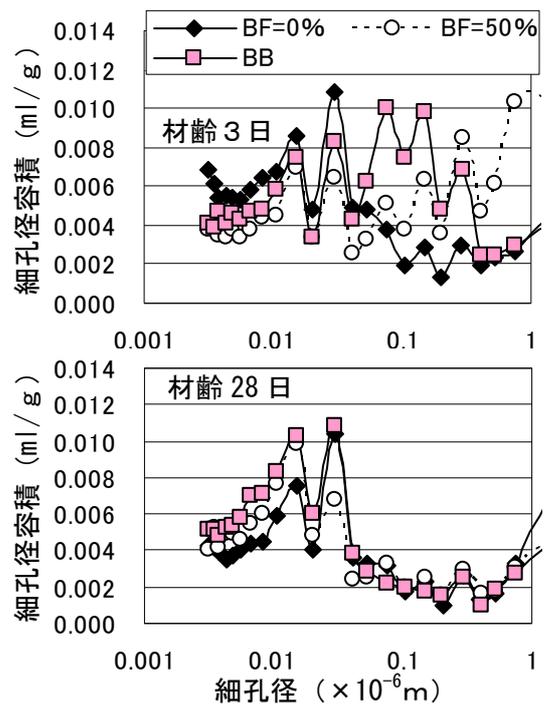


図-5 細孔径分布 (W/B=50%)