

1. まえがき

スラフ砕砂を粗骨材に、水砕スラフのセメント混和および細骨材としての利用については、すでにかなりの成果があげられているが、スラフ砕砂の細骨材としての応用に関する報告が少ない。

ここでは、普通コンクリートおよびフレパッドコンクリートにそれぞれ細骨材としてスラフ砕砂を、粗骨材に天然砂利を用いたコンクリートの強度を主とする性質について報告する。

2. 使用材料および実験概要 スラフ砕砂は、細粒の粒径2種(A・B)を再調合したもの(C)を普通コンクリートに、(A)をフレパッドコンクリートにそれぞれ使用した。また比較のため普通コンクリートの場合は、図表-2に示す川砂・山砂および標準砂を、フレパッドコンクリートでは、スラフ砕砂(A)のみによる無混和材クラウトと、図表-3に示したフライアッシュ、水砕スラフを混和材としたものについて実験した。

使用セメントは、普通コンクリートではポルトランドセメントを、フレパッドコンクリートでは、他に高炉B、Cおよび耐酸セメントを使用した。

3. 普通コンクリートについて a) モルタル試験

破砕および衝撃試験によって使用するスラフ砕砂が、天然砂と物理的には変わらないばかりか、それよりも粒径によっては良質であることを確認し、粒度別に、材料別にモルタル試験を行い図表-4・5の結果を得た。この結果スラフ砕砂がモルタル骨材として強度的には支障ないことが判明した。

b) コンクリート試験

スラフ砕砂のコンクリート用細骨材としての特性を試すため、天然砂と同一条件で比較試験をした。その結果を図表-6に示す。

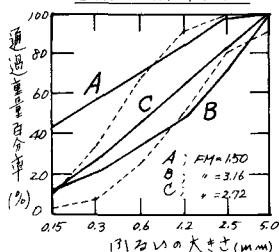
単位水量、水セメント比を変化させたいずれの場合もすべてスラフを使用したコンクリートが、枝令のいれんを問わず強度が大であった。粗骨材は最大径法25mm、F.M.=7.10。

4. フレパッドコンクリートについて

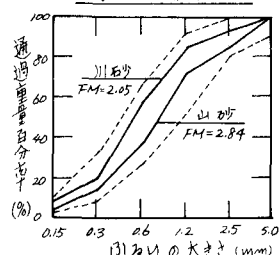
a) クラウト試験

使用スラフは、図表-1に示したAで、多量に微細粒子を含むので無混和材クラウトとして使用した。一般に用いられる川砂の場合は、標準粒度範囲のものに混和材が併用されるので、いま一例としてC:F:S=1:0.4:1.4を考え、FとSの一部とみなせばC:S=1:1.8となり、0.15以下の細粒

図表-1. スラフ砕砂の粒度



図表-2. 細骨材の粒度



図表-4. 粒度別モルタル圧縮強度 (C:S=1:3 水中養生)

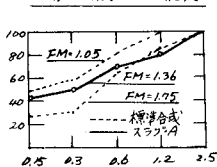
図表-3. ポツソランの性質

混和材	比重	比表面積 (cm ² /g)	化学成分
スラフA	2.5	2500	1.85% / 30.1 / 47.3 / 2.57 / 0.31 / -
水砕粉A	2.98	4370	2.71 / 31.9 / 18.7 / 0.83 / 40.0 / 6.9 / -13
スラフB	1.65	-	-31.3 / 15.7 / 0.50 / 44.3 / 5.7 / 0.5 / 1.0

図表-5. 材料別モルタル圧縮強度 (C:S=1:2 水中養生)

骨材種類	W/C (%)	70-値	4×4×16 cm	
			07	028
スラフ-C	65	238	290	352
山 砂	65	256	230	345
川 砂	65	255	252	336
標準砂	65	230	215	310

図表-7. 換算標準粗粒 (丸骨材用) および使用スラフAの粒度



図表-6. 普通コンクリートの配合および強度

細骨材種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			砂	圧縮強度 (10×10×20)			
		W	C	G		S	07	028	041
山砂	50	180	360	1159	710	15	256	295	349
スラフC	50	180	360	1159	790	144	251	244	395
全上	60	180	360	1191	730	211	193	230	314
全上	50	200	400	1165	678	188	262	240	320
全上	60	200	333	1140	700	144	165	213	290
					780	120	179	240	338

子が0.4加えられたことになる。そのときの合成標準粒をみると、図表-7の通りであり、スラグ-Aは無混和材フラウトに充分使用可能である。フロー値が18±2秒になるスラグ使用フラウトの配合・強さを図表-8に示した。一般にフローバッドコンクリートでは、 $\sigma_{28} \geq 200$ %を得るにはスラグ強度は $\sigma_{28} \geq 300$ %が必要であるので、各種セメントについて更にフラウト試験を行った結果を図表-9・10に示した。

図表-8. スラグフラウトの配合・強度

4x4x16 cm. 部割0.4%

重量比		7日	28日
セメント	スラグ		
1	2	19	0.233
1	3	20	0.215
1	4	22	0.212
1	5	19	0.209
1	6	20	0.205
1	7	19	0.205
1	8	20	0.204
1	9	20	0.206
1	10	19	0.233
0	1	18	0.185

フラウト強度 $\sigma_{28} \geq 300$ %を得るには、セメントの種類を問わずC:S=1:1.3~1:1.6程度である。またフロー値18±2秒を得るには要水量は、図表-9に示す通りであるが、 W/C よりも $W/C+S$ で示す方が便利である。配合比1:1~1:2の範囲であれば、同一セメントで2.1~2.5%異なるセメントでも2.2~2.6%と $W/C+S$ で示す水量差が小さい。

混和材としてフライアッシュおよび水砕スラグ(高炉セメント用)

図表-9. フラウトのフローと水量との関係

を使用したフラウトについて、C:F:S=1:0.4:1~1.75の配合による強度を示すと、図表-11の通りである。図表-12にみられる通りスラグが、無混和材フラウトの骨材として強度的にも使用できることを示している。

配合		普通ポルトランド			高炉セメントB			高炉セメントC			耐酸セメント		
C	S	70-	$W/C+S$	W/C	70-	$W/C+S$	W/C	70-	$W/C+S$	W/C	70-	$W/C+S$	W/C
1	1	19	0.258	0.52	19	0.280	0.56	20	0.280	0.56	20	0.276	0.55
1	1.3	20	0.247	0.57	19	0.272	0.63	20	0.271	0.62	19	0.271	0.62
1	1.6	20	0.240	0.63	18	0.266	0.69	17	0.262	0.68	19	0.260	0.68
1	2	18	0.233	0.70	16	0.258	0.78	19	0.257	0.77	16	0.255	0.77

図表-12. 強度比較

図表-10. スラグフラウトの強度

b) コンクリート試験

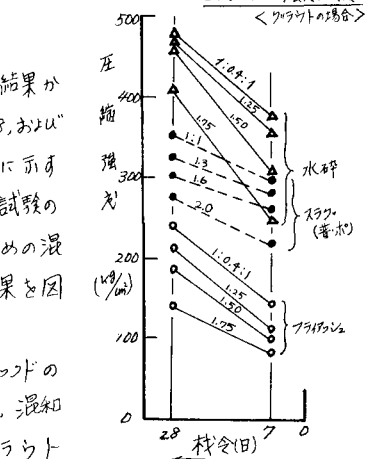
フラウト試験より得られた結果から配合を1:1, 1:1.3, 1:1.6, 1:1.8, および1:2のフラウトで、図表-13に示す粗骨材を用いたコンクリート試験の一部を図表-14に、比較のための混和材使用コンクリート試験結果を図表-15に示した。

①, スラグ・コンクリートで、フローバッドの場合 $\sigma_{28} \geq 200$ %を得るには、混和材を使用するときと同様フラウト強度は $\sigma_{28} \geq 300$ %が必要。

②, スラグ細砂はコンクリート細骨材として天然砂と同様に使用できる。

③, 粒径によりフローバッドコンクリート用細骨材として無混和材フラウトとして使用可能。

④, セメント種別を問わず使用可能であるが、低湿で耐酸セメントで強度発現が速い。



4x4x16 cm

重量比		7日圧縮強度				28日圧縮強度			
C	S	普通	高B	高C	耐酸	普通	高B	高C	耐酸
1	1	300	255	285	307	350	356	404	384
1	1.3	277	232	249	249	328	312	340	351
1	1.6	254	208	214	214	301	298	294	296
1	2	227	199	180	170	282	291	263	260

図表-11. 混和材使用フラウトの強度

(70-18±2秒) 4x4x16 cm

重量比		フライアッシュ		水砕スラグ	
普通ポルセ	スラグ	$W/C+S$	σ	$W/C+S$	σ
1	0.4	1.00	246	141	240
		1.25	248	118	214
		1.50	251	100	185
		1.75	253	82	142
		1.00	370	480	480
		1.25	360	478	478
		1.50	305	475	475
		1.75	250	406	406

図表-13. 粗骨材の粒径および比値

図表-14. スラグフラウトの強度 (C:S=1/3の場合)

< $\Phi 10 \times 20$ >

No	セメント	70-	$W/C+S$	W/C	σ (kg/cm²)
1	普通ポルセ	19	0.250	0.58	191
		19	0.272	0.62	160
		17	0.266	0.61	177
		17	0.261	0.60	97
2	全上	20	0.255	0.59	184
		21	0.272	0.63	175
		18	0.272	0.63	120
		21	0.270	0.62	84
3	全上	19	0.258	0.59	163
		18	0.272	0.63	146
		18	0.277	0.64	136
		18	0.272	0.63	159
4	耐酸ポルセ	17	0.277	0.64	77

図表-15. 混和材使用フラウト強度

< 70-18±2秒, $\Phi 10 \times 20$ >

重量比		フライアッシュ		水砕スラグ	
普通ポルセ	スラグ	$W/C+S$	σ	$W/C+S$	σ
1	0.4	1.00	247	112	210
		1.25	248	100	200
		1.50	251	92	205
		1.75	257	69	161
		1.00	237	328	328
		1.25	231	307	307
		1.50	206	294	294
		1.75	180	282	282