

しらすを利用したコンクリート用混和材の開発に関する研究

鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕司
鹿児島大学大学院 学生員○樺山 圭輔
鹿児島県工業技術センター 中重 朗
鹿児島大学工学部 平田修一郎

1. まえがき

過去の実験より、しらす微粉末にポズラン活性が存在することを確認した。しかし、これをコンクリート用のシリカ質混和材料として実用化させるためには、原材料となるしらすの品質あるいは、粉碎条件などのいわゆる加工の条件がしらすのポズラン活性やその他の混和材料として有すべき性能にどのような影響を及ぼすか明確にしておく必要がある。

本研究では、これらの点について実験的な検討を行うことによってしらすを用いたコンクリート用混和材の開発を試みるものである。

2. 実験の概要

検討に用いたしらすはガラス量の異なる4種類である。表-1にそれらの主な化学成分、鉱物比率、および用途を示す。なお、これらのしらすはC種を除き、それぞれの用途ごとにあらかじめ分級あるいは成分調整等が行われたものである。

実験にあたっては、各しらすをそれぞれ目標ブレン値、3000、5000、7000(c㎡/g)の3種類に設定し、振動ミルで粉碎した。また粉碎機の違いによる影響を比較するため、A種しらすについては振動ミルの他にジェットミルを使用し平均粒径7μmを目標に粉碎した資料も作製した。粉碎したしらすの状況を取りまとめて表-2に示す。これら粉碎しらすのポズラン活性を検討するため、重量の5、15、および30%をしらすで置換したセメントを用いJIS R 5201セメントの物理試験方法に準じて強さ試験を実施した。なお、セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には豊浦標準砂を使用した。また、比較のため、セメント単身あるいはフライアッシュでセメントの一部を置換したモルタルも作製し、同様の強度試験に供した。養生方法は、20℃の水中養生とした。

3. 実験結果及び考察

供試体作製および強度試験とも現在継続中であるため、ここでは、取りあえず、現在までに作製したモルタルについて、そのフロー試験結果、及び材令28日までの強度試験結果を取りまとめた。このうちセ

表-1 検討を行ったしらすの概要

しらすの種類		A	B	C	D
化学成分	SiO ₂	73.63	73.99	71.01	70.78
	Al ₂ O ₃	12.17	12.73	13.59	14.11
	TiO ₂	0.12	0.15	0.19	0.29
	Fe ₂ O ₃	1.48	1.48	1.85	2.95
	MnO	0.05	0.05	0.05	0.08
	MgO	0.09	0.18	0.20	0.56
	CaO	1.08	1.35	1.25	2.37
	Na ₂ O	3.43	3.35	3.19	3.34
	K ₂ O	3.54	3.54	3.27	2.86
	P ₂ O ₅	0.02	0.03	0.03	0.04
	ig. loss	4.37	3.14	5.21	2.62
鉱物比率	火山ガラス	98.74 %	91.15 %	85.69 %	66.18 %
	結晶質	1.26 %	8.85 %	14.31 %	33.82 %
比重		2.36	2.42	2.41	2.46
用途		研磨用	パッキン用	用途なし 沈澱物	タイ用

表-2 しらすの粉碎状況

しらすの種類	粉碎機	目標粉碎条件		粉碎結果	
		ブレン値 (or 平均粒径)	粉碎時間 (3kg毎)	ブレン値 (c㎡/g)	平均粒径 (μm)
A	振動ミル	3000 c㎡/g	65分	3040	20.85
		5000 c㎡/g	139分	4830	10.51
		7000 c㎡/g	255分	6950	5.14
		7 μm	300分	—	5.69
	ジェットミル	7 μm	—	—	5.79
B	振動ミル	3000 c㎡/g	70分	3090	16.04
		5000 c㎡/g	150分	4870	8.75
		7000 c㎡/g	245分	7060	3.35
C	振動ミル	3000 c㎡/g	3分	—	21.83
		5000 c㎡/g	30分	5010	15.51
		7000 c㎡/g	70分	6890	9.32
		7000 c㎡/g	36分	3000	24.08
D	振動ミル	5000 c㎡/g	90分	4920	10.89
		7000 c㎡/g	160分	7000	5.60
	フライアッシュ	—	—	5400	11.88

メント単身の場合とフライアッシュを用いた場合については表-3に、また、しらす置換モルタルについては表-4に示す。

まずフロー試験結果について見ると、フ

ライアッシュについてはその粒子の球形によるボールベアリングの作用のため、混入量が増すに従ってフロー値は増加するが、これと同様な状況が、A種しらすのジェットミルにより粉砕した場合にも確認された。これは、ジェットミルの粉砕構造の特徴から、しらす粒子の角ばりが取れ球形に近い状況になることによるものと思われる。また、振動ミルを使用した場合においても、A種およびB種しらすについてはブレン値5000cm²/g以上の粉砕条件で、置換率のいかにかわらずしらすの使用によってセメント単身の場合と同等以上のフロー値が得られた。

表-3 セメント単身、およびフライアッシュ混合セメントの強さ試験

	セメントとの置換率	フロー値	圧縮強度(kgf/cm ²)			引張強度(kgf/cm ²)			単位体積重量(g/cm ³)
			7日	14日	28日	7日	14日	28日	
セメント単体	—	223	256	312	336	54	58	68	2.175
フライアッシュ	5 %	228	217	281	315	54	58	63	2.175
	15 %	227	203	239	306	48	56	63	2.159
	30 %	235	157	187	229	41	43	52	2.148

表-4 しらす混合セメントの強さ試験結果

しらすの種類	粉砕条件		セメントとの置換率	フロー値	圧縮強度(kgf/cm ²)			引張強度(kgf/cm ²)			単位体積重量(g/cm ³)
	粉砕機	ブレン値 (or平均粒径)			7日	14日	28日	7日	14日	28日	
A	振動ミル	3000(cm ² /g)	5 %	227	211	263	325	47	58	71	2.169
			15 %	222	193	222	280	43	53	57	2.130
			30 %	213	133	166	210	35	40	51	2.102
		5000(cm ² /g)	5 %	229	243	274	345	55	58	72	2.170
			15 %	226	194	237	302	48	54	67	2.150
			30 %	226	150	191	240	44	52	62	2.119
		7000(cm ² /g)	5 %	227	220	278	312	53	58	58	2.166
			15 %	225	203	247	321	46	54	61	2.157
			30 %	227	187	200	272	44	51	55	2.132
	ジェットミル	5.69μm	5 %	232	222	280	338	49	59	63	2.154
			15 %	231	207	265	329	51	54	63	2.154
			30 %	235	167	191	270	41	55	59	2.147
B	振動ミル	3000(cm ² /g)	5 %	223	235	280	352	52	61	68	2.151
			15 %	219	172	230	268	45	52	55	2.143
			30 %	209	126	144	170	34	40	45	2.044
		5000(cm ² /g)	5 %	227	209	246	339	49	62	69	2.163
			15 %	230	196	236	284	52	56	61	2.160
			30 %	229	141	167	213	36	44	52	2.104
		7000(cm ² /g)	5 %	226	209	267	335	56	59	67	2.167
			15 %	228	199	252	278	53	61	57	2.157
			30 %	229	170	192	206	43	46	53	2.123
	振動ミル	3000(cm ² /g)	5 %	218	215	252	335	53	53	64	2.148
			15 %	202	202	229	295	47	49	58	2.115
			30 %	177	122	156	195	30	36	41	2.057
		5000(cm ² /g)	5 %	221	236	267	349	48	58	63	2.149
			15 %	219	201	243	308	48	51	56	2.130
			30 %	206	145	181	217	38	40	45	2.097
C	振動ミル	7000(cm ² /g)	5 %	227	220	284	344	51	57	64	2.152
			15 %	222	202	251	284	46	52	56	2.132
			30 %	207	134	162	215	40	42	42	2.113
	振動ミル	3000(cm ² /g)	5 %		現在供試体作製中						
		5000(cm ² /g)	15 %								
		7000(cm ² /g)	30 %								
D	振動ミル	3000(cm ² /g)	5 %		現在供試体作製中						
		5000(cm ² /g)	15 %								
		7000(cm ² /g)	30 %								

ただし、これらのしらすを用いてもブレン値3000cm²/g程度では、しらす置換率の増加に伴ってフロー値は低下し、さらに、C種しらすについては、いずれの粉砕条件においても置換率の増加に伴い急激に流動性は低下するようであった。

強度試験結果については、これまでのところ材令28日までの結果しか得られていないため、ポズラン活性について十分な検討を行うまでには至っていない。それでも、これまでに検討を行ったA～C種までのしらすにおいては、3000cm²/gの粉砕条件の場合を除き、いずれもフライアッシュを使用した場合と同等もしくはそれ以上の強度特性を示した。さらに、同一粉砕条件並びに同一置換率の場合には、しらす中のガラス量が多いほどモルタルの強度は相対的に大きくなること、同一しらすの場合には、ブレン値が大きくなるほどやはり強度特性は改善されること等、しらすのポズラン活性を示唆する結果も得られている。