

法政大学 学生員 ○上木泰裕

法政大学 正会員 田中 弘

1. まえがき

産業副産物の有効利用の観点から、粗粒アッシュ、クリンカー細骨材およびクリンカー粗骨材の活用方法を確立することが重要であると考え。本文は、これらのコンクリート用材料として活用する上での問題点について検討した結果について述べたものである。

2. 粗粒アッシュ

わが国で副産されている代表的な11種の粗粒アッシュについて試験した結果は、表1に示すようであった。これによれば、湿分は0.1~0.7%程度であり、フライアッシュと大してかわらない。強熱減量の平均値は、6.1%であってかなり大きいものが多い。比重の平均値は、2.06であり、多少小さい。44 μ mふるい残分は20~82%の範囲にあり、種類によって粉末度はかなり差がある。

単位水量比および圧縮強度比は一般にかなり小さい。しかし、11種のうち3種は単位水量比が99%, また材令28日および91日の圧縮強度比がそれぞれ63~71%および74~83%の範囲にあり、フライアッシュに比肩しえる値であることが認められた。このうちの1種は比表面積が1870 cm^2/g 過ぎず検討すべき点があるが、他の2種は強熱減量が7.3~14.6%の高率にあるほかはJISの規定に適合している。

粗粒アッシュの実用上の品質水準については、シリカ分を含めさらに詳細な試験を行って検討すべきであるが、単位水量比および圧縮強度が十分な水準に達していれば、使用できる場合も少なくないと思われる。すなわち、表1に示すようにこの種のものでは、吸着量が0.83~1.21 mg/g であってかなり大きい。品質管理を十分に行うこと、被吸着性を小さくしたAE剤を使用すること等により、コンクリートの空気量管理に支障をきたさないようにすることが可能ではないかと考えられるからである。この種のAE剤として、ポリオキシエチレン系(A)およびグリシトール系(B)は、レジン系(V)にくらべ品質の影響をうけにくく、ポリオキシエチレン系(C)および高アルキルカルボン酸系(D)は、安定性の高いことが認められた。(図1)(図2)

粗粒アッシュでセメントの25%を置換えたモルタルバーの試験の結果より、種類によってはアルカリ

表1 粗粒アッシュの試験結果

粗粒アッシュ		湿分 %	強熱 減量 %	比重	粉 末 度				単位 水量比 %	圧縮強度比		吸着量 mg/g	
会社	発電所				比表面積 cm ² /g	各ふるいに止まる百分率				28日	91日		
						150	88	74	44μm				
A	EB	0.7	1.5	1.91	1970	10.9	34.4	37.9	65.0	102	45	54	0.59
	TK	0.1	1.7	1.94	1490	5.2	28.0	32.6	66.5	102	52	56	0.49
	TT	0.3	4.7	2.07	3120	4.6	13.4	16.0	51.6	103	54	81	0.76
B	SD	0.6	3.1	1.91	1280	5.0	35.4	38.1	82.2	105	42	45	0.53
C	SS	0.7	16.1	1.97	1740	14.1	37.1	39.4	68.7	108	43	49	0.78
	SU	0.3	8.4	2.19	4560	1.3	6.7	8.2	19.8	102	59	72	1.19
D	RA	0.3	7.2	2.07	4290	7.1	18.5	20.8	38.2	96	61	67	0.59
	TA	0.2	1.7	2.27	1870	3.2	15.7	19.3	50.6	99	63	74	0.63
E	MS	0.5	14.6	2.35	3720	3.3	9.3	10.4	23.3	99	71	84	0.83
	TH	0.7	7.3	2.03	3120	1.1	7.8	9.6	28.1	99	71	83	1.21
F	BN	0.4	1.0	1.98	1120	19.2	48.1	49.7	80.8	101	40	42	0.78
	平均値	0.4	6.1	2.06	2570	6.8	23.1	25.6	52.3	101	55	64	0.76
全試料	最大値	0.7	16.1	2.35	4560	19.2	48.1	49.7	82.2	108	71	84	1.21
	最小値	0.1	1.0	1.91	1120	1.1	6.7	8.2	19.8	96	40	42	0.49
JIS A 6201		1 ≧	5 ≧	1.95 ≧	2400 ≧	—	—	—	—	102 ≧	60 ≧	70 ≧	—

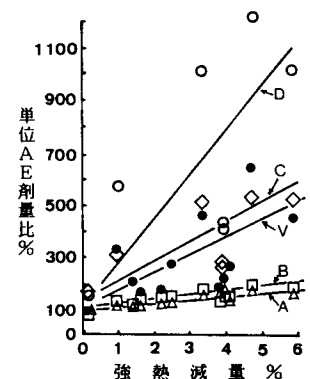
注 JIS (フライアッシュ) では、SiO₂: 4.5%の規定もある。

図1 強熱減量と単位AE剤量比の関係

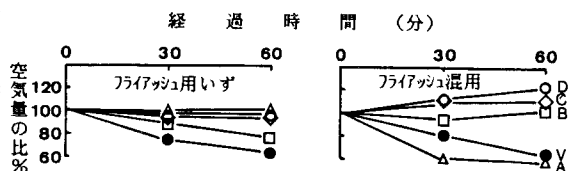


図2 時間経過にともなう空気量の変化

骨材反応による膨張を相当に緩和するものもあることが示された。

3. クリンカー細骨材

試験結果は、表2に示すようであった。これによれば、粗粒率は、1.4～2.8%程度の範囲にあり、一般に微粒子が相当多量に含まれていることが認められた。すなわち、たとえば、0.15mm以下のものの割合は、11～48%であった。洗い損失量は、7.1～31.2%であってかなり大きい。吸水率は、1.4～27.8%，比重は、1.63～2.05であった。

骨材の最大寸法を25mm，水セメント比を55%，またスランブを8cmとし、粒度調整したクリンカー細骨材を用いてコンクリート試験を行った結果によれば、川砂を用いた場合とくらべ、単位水量は、15～30%程度増大することが認められた。またモルタル強度は、川砂と同程度のものが4種認められた。

凍結融解試験（300 サイクル）における動弾性係数百分率は、川砂を用いた場合、92%であるのに対し、BN，SJ，およびIGは72～76%であって多少小さいことが認められた。またMSは測定不能の程度まで劣下した。

4. クリンカー粗骨材

石炭灰中の5mm以上のものの割合は4～20%であった。5mm以上のものの試験結果は、表3に示すようであった。これによれば、大半は10～15mmである。吸水率は一般にかなり大きい。

粗骨材の最大寸法を15mm，水セメント比を55%，またスランブを8cmとしたコンクリートを岩瀬産碎石を用いた場合と比較した試験結果によれば、単位水量比は、102～114%の範囲にあり、いずれも相当に増加する。また圧縮強度比は材令28日で68～105%であり、一般にかなり小さい。しかし、ほぼ同程度のものが3種類あることが認められた。

5. むすび

わが国の13ヶ所の火力発電所で副産されている石炭灰の代表的試料について試験した結果より、粗粒アッシュは混和材として、またクリンカーは細骨材あるいは粗骨材として、実用性があると思われる比較的良質なものであることが認められた。しかし、これらの活用にあたっては、品質の均一化のための管理や適切な粒度調整処理等の配慮が必要である。また粗粒アッシュは強熱減量がかなり大きいので、空気量管理のためには、吸着性を改善したAE剤を使用することが有効であると思われる。

本研究は、日本フライアッシュ協会の御厚意により、試料を入手して行ったものであることを記し、深謝するとともに、実験に際し協力していただいた法政大学コンクリート実験室の方々に感謝します。

表2 クリンカー細骨材の試験結果

クリンカー細骨材		比 重		吸水率 %	洗い試験 %	粒 度							粒度調整したもの				
会社	事業所	表乾	絶乾			各ふるいに止まる百分率							粗粒率	単位水量	強 度 %		
						5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15 ^{mm}	7日			28日	91日	
A	T K	1.89	1.86	1.4	31.2	0	8	18	27	36	52	1.41	121	85	73	79	
B	B N	1.86	1.79	4.1	5.3	0	17	35	52	68	85	2.57	121	85	77	77	
C	S S	1.92	1.87	2.9	14.8	0	9	21	37	54	73	1.94	122	91	95	89	
	S U	1.81	1.72	5.1	22.2	0	9	26	39	46	60	1.80	117	91	90	96	
D	S J	1.99	1.84	8.0	9.8	0	20	40	61	72	84	2.77	115	92	87	88	
E	R A	1.82	1.73	5.1	11.3	0	5	11	25	50	78	1.69	118	102	86	91	
F	I G	1.96	1.92	1.9	8.9	0	15	29	48	63	81	2.39	119	83	85	91	
	T S	1.86	1.74	6.8	11.1	0	12	25	41	56	77	2.11	118	100	101	101	
	M S	2.05	1.99	3.0	12.1	0	17	39	62	76	87	2.18	125	123	101	92	
	T H	1.63	1.27	27.8	7.1	0	28	61	79	84	89	3.41	109	86	85	80	
川 砂		2.57	2.51	2.5	1.8	0	6	27	53	78	93	2.57	100	100	100	100	

注 粒度調整：0.6mm以上のクリンカー細骨材と0.6mm以下の川砂を混合して調整したもの

表3 クリンカー粗骨材の試験結果

会社	事業所	5mm以上のもの			粒度調整したもの						
		各ふるいに止まる百分率			比 重		吸水率 %	単位水量 %	細骨材率 %	コンクリート試験	
		15	10	5 ^{mm}	表乾	乾燥				圧縮強度	7日
A	TK	17	41	100	1.18	0.90	30.5	102	49	69	68
B	BN	16	43	100	1.55	1.45	7.1	115	49	82	79
C	SS	8	28	100	1.40	1.19	17.9	112	49	78	66
	SU	3	20	100	1.52	1.41	8.1	114	52	79	90
D	SJ	9	26	100	1.84	1.77	4.1	106	49	85	68
E	IG	20	44	100	1.92	1.84	4.8	111	49	90	103
	TS	12	40	100	1.59	1.45	9.6	113	49	96	67
	MS	3	23	100	2.12	2.04	3.8	109	49	94	105
	TH	2	20	100	1.25	1.08	15.9	104	49	79	75

注 粒度調整：同一種類のものを、15～10mmが40%または10～5mmが60%となるように調整したもの