

V-211

パルプスラッジ焼却灰のコンクリート混和材としての利用

金沢工業大学 ○正会員 太田 実

金沢工業大学 正会員 山田幹雄

1. はじめに

製紙工場から排出されるパルプスラッジ焼却灰（以下、パルプアッシュまたは単にアッシュという）はその大部分が廃棄されてきたが、昨今の用地難や環境保全の見地からもその有効利用の方途の開発が望まれている。この研究は、パルプアッシュのコンクリート用材料としての利用の可能性を探ることを目的とする。

2. 実験および調査の概要

3工場産のパルプアッシュ（A, B, C, フレン値1, 500~10, 000 cm^2/gf ）を細骨材重量の30%までと置換したコンクリートの諸性質を調べたところ、ワーカビリティおよび強度の低下が大きく、産出形態のままのアッシュは利用しにくいことが判明したため、化学的・物理的性質が大幅に異なるアッシュAとCとを対象として、それらの微粉末（フレン値約10, 000 cm^2/gf ）をセメント重量の20%程度までと置換して混入したコンクリートの諸性質を調べるとともに、アッシュAについて原アッシュの品質変動とその微粉末を混入したモルタルの強度との関係についても調べた。

3. パルプアッシュ微粉末を混入したコンクリート

スランブおよび空気量を一定としたときのコンクリートの示方配合を表1に示す。骨材は川砂および砂利混り砕石を、セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。アッシュ置換率の増加とともに単位水量、単位AE剤量が增大する（図1、図2）ほか、粘着性が増してワーカビリティが低下する。圧縮強度（図3）は、アッシュA混入の早期強度がやや小さいが、アッシュ20%程度までと置換したコンクリートの材令28日以降の圧縮強度はアッシュ無混入のものとはほぼ同等であった。

表1に示すアッシュ混入コンクリートの凍結融解抵抗性は、アッシュ無混入の場合とほぼ同等であった。アッシュ混入による乾燥収縮への影響も認められなかった。

セメント重量の20%を微粉末で置換した水・結合材比65%のペースト硬化体の材令1, 4か月におけるポロシティーおよびX線回折図は、それぞれ図4および図5に示すようであった。図4より、細孔容積はアッシュ混入によって大きくなることはあっても細孔径はア

表1 コンクリートの示方配合

Ash	配合番号	Q	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kgf/m ³)					混和剤 (wt%/C)	
							W	C	P	S	G	AE剤	減水剤
N	A, C-0-40	0	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	40	42	122	305	0	783	1081	0.04	2.00
	A, C-0-50				50	42	130	260	0	791	1098	0.04	2.00
	A, C-0-60				60	42	126	210	0	811	1119	0.07	2.00
A	A-1-40	10	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	40	43	133	300	33	775	1030	0.11	2.00
	A-1-50				50	43	130	234	26	806	1068	0.11	2.00
	A-1-60				60	43	129	194	21	824	1091	0.13	2.00
	A-2-40	20	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	40	42	158	316	79	706	1035	0.20	2.00
	A-2-50				50	42	150	240	60	750	1091	0.20	2.00
	A-2-60				60	42	136	182	45	791	1091	0.25	2.00
	A-3-50	30	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	50	43	163	229	97	740	982	0.40	2.00
	A-3-60				60	43	150	175	75	782	1038	0.45	2.00
C	C-1-40	10	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	40	43	150	338	37	735	967	0.15	2.00
	C-1-50				50	43	141	253	28	782	1029	0.14	2.00
	C-1-60				60	43	142	213	23	799	1051	0.15	2.00
	C-2-50	20	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	50	42	167	268	67	701	960	0.30	2.00
	C-2-60				60	42	147	196	49	761	1043	0.30	2.00

N: アッシュ無混入, Q: アッシュ微粉末置換率 (%)

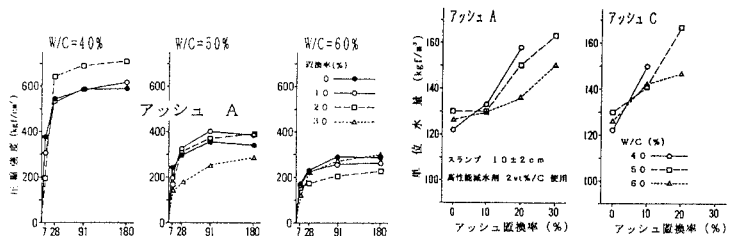


図1 単位水量

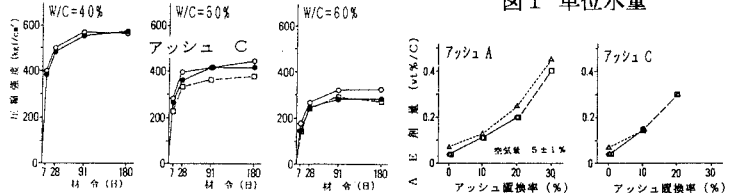


図2 単位AE剤量

図3 コンクリートの圧縮強度

ッシュを混入した場合の方が小さく、材令とともに微細化が進行していることがわかる。図5のアッシュ単味の回折図ではタルク(Ta)およびグラファイト(Gr)を主体とするガラス質物質の回折ピークが認められるが、アッシュ混入コンクリートの回折図にはこれらのピークは認められず、水酸化カルシウム(Po)のピークが材令とともに小さくなっていることから、これらのアッシュ成分は水酸化カルシウムと反応し、水酸化カルシウムの結晶は微小化していることが推察される。

4. 原アッシュの品質変動とその微粉末を混入したモルタルの圧縮強度

10か月にわたりA工場で毎月1回採取した10試料の化学組成および産出形態における比重・吸水率・粉末度はそれぞれ表2および図6に示すようで、化学的・物理的品質の変動はかなり大きく、吸水率は30～44・変動係数11%，粉末度は1,400～2,800 cm^2/gf ・変動係数25%であった。これらの試料の微粉末（ μm 値約7,500 cm^2/gf 、10試料の変動係数

2.7%）をセメント重量の20%と置換したモルタルの圧縮強度は図7に示すとおりで、材令28日および91日における強度の変動係数はそれぞれ5.8%および4.6%であった。これらより、原アッシュの品質変動がかなり大きくてもそれを適切に粉砕することにより物理的品質の変動は大幅に低下し、それを混入したモルタルの強度のばらつきもきわめて小さくなることがわかる。

5. おわりに

パルプアッシュのコンクリート用混和材としての実用化をめざすためには、ワーカビリティ（単位水量、空気連行性、粘着性）を改善するための最適粉末度の探求、より多工場のアッシュを網羅した汎用的なデータの蓄積が必要であり、これらの調査を続行中である。本研究の実施にあたり、(株)北越水技研のご協力をいただいたことを付記し、謝意を表します。

表2 パルプアッシュの化学組成の変動(A工場)

化合物 採取月	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Total (%)
3月	34.8	33.3	15.4	9.0	3.3	95.8
4月	35.3	32.4	15.7	8.2	1.2	92.8
5月	33.2	28.5	19.3	8.8	1.3	91.1
6月	35.9	30.9	17.0	7.8	1.5	93.1
7月	38.0	28.2	18.2	6.3	1.5	92.2
8月	30.6	29.7	22.8	8.2	1.8	93.1
9月	21.2	32.4	16.8	9.9	1.5	81.8
10月	39.1	30.5	11.6	8.8	1.3	91.3
11月	37.0	28.1	15.5	8.5	1.3	90.4
12月	33.8	30.3	14.8	9.8	2.0	90.7
平均値	33.9	30.4	16.7	8.5	1.7	91.2
変動係数(%)	14.2	5.8	16.9	11.5	34.9	

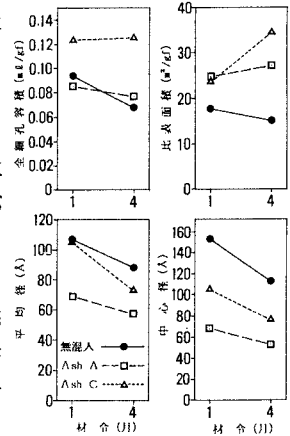


図4 ポロシチー

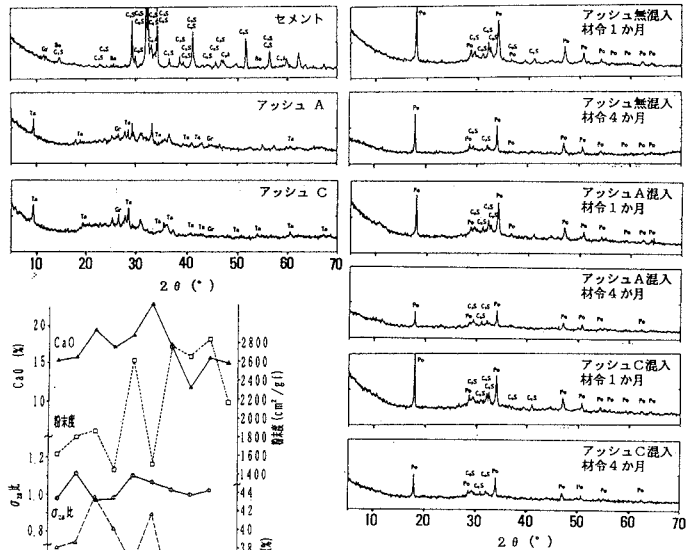


図6 パルプアッシュの品質変動(A工場)

図5 X線回折図

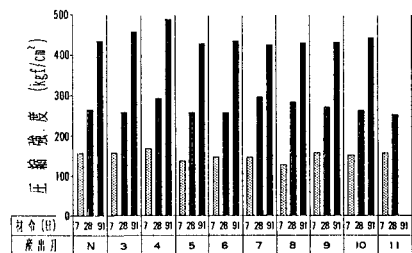


図7 アッシュ20%混入モルタルの圧縮強度