

III-377 フライアッシュとコンクリート微粉末の固化による有効利用について

京都大学 工学部

嘉門雅史

明石工業高等専門学校

○友久誠司

京都府

壺内賢一

表-1 試料の物理的性質

試験項目	フライアッシュ		コンクリート 微粉末
	国内炭	国外炭	
強熱減量(%)	1.1	5.1	—
MB吸着量(mg/g)	0.98	0.51	—
ブレン値(cm ² /g)	3100	3280	4350
比重	2.10	2.05	2.84

表-2 試料と試験条件

処理対象土	配合記号	配合比(%)			成形時含水比 (%)
		フライアッシュ	セメント	CAS	
フライアッシュ	F50D	50	40	10	30, 35 (50, 65)
	F60D	60	30	10	
	F60CD	60	40	—	
	F70D	70	20	10	
コンクリート 微粉末	CC	—	100	—	35
	CBC	—	95	5	

注) フライアッシュの記号Dの代わりにWの付いたものは成形時含水比が50, 65%を示す

1. まえがき

従来埋立てなどに処分されていた廃棄物を、固化することにより付加価値を高め有効に利用することは、省資源の観点からも大変有意義なことである。本研究は国内炭と国外炭から得られたフライアッシュ2種類と、建設廃棄物であるコンクリート廃材の骨材再生産過程で発生するコンクリート微粉末を、セメントと固化助材である炭酸アルミネート系塩材料(CAS材)により固化し、その処理効果を追究したものである。

2. 実験方法

用いた試料の物性を表-1に示す。試験条件は表-2のとおりであり、コンクリート微粉末のCCとCBCでは固化材をコンクリート微粉末の乾燥質量に対して3、6、9、12%添加した。また、フライアッシュと同じ配合でコンクリート微粉末に置き換えたC50～C70の実験も合わせて行っている。供試体の成形は、フライアッシュの含水比30%と35%のものはJIS A 1210の第一方法と同じエネルギーで締固め、その他は土質工学会締固めを伴わない安定処理土試料作製方法に準じた。また、処理土の微視的内部構造の変化や反応生成物の追究のため、X線回折、X線マイクロアナライザー、電子顕微鏡等による分析を行った。

3. 結果と考察

図-1は締固めないフライアッシュの養生と強度の関係を示している。いずれの配合においても国内炭は国外炭の強度を上回っており、養生初期から長期間にわたり強度の発現がみられる。また、CAS材を添加した効果も顕著である。写真-1は国内炭のF50Wの28日養生

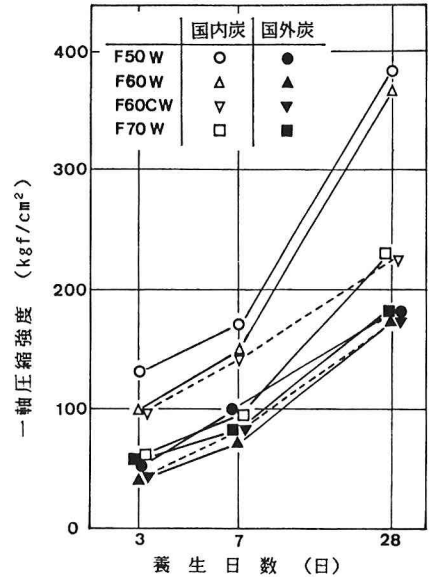


図-1 フライアッシュの強度変化

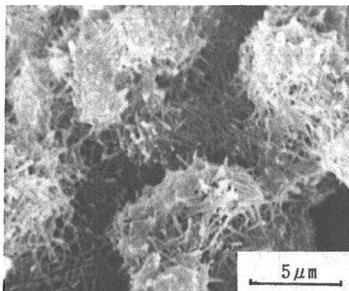


写真-1 国内炭F50W

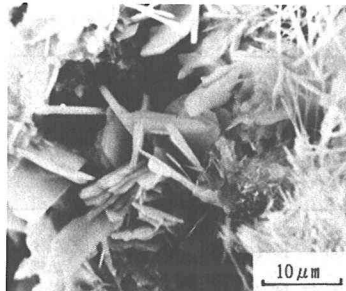


写真-2 国外炭F50W

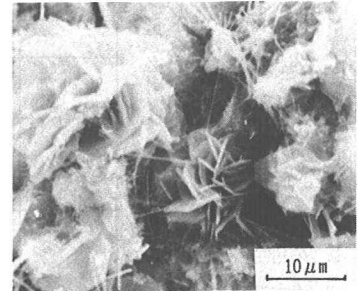


写真-3 コンクリート微粉末C50

生後の電子顕微鏡写真である。試料の混合直後から生成される針状のエトリンガイトがフライアッシュの粒子間で大きく成長し、網状に結合している。一方、含水比が30%のF50Dでは28日強度は約410kgf/cm²とF50Wより高いながらも針状結晶の経時的な発達は見られない。このエトリンガイトの生成はフライアッシュ粒子から溶出される反応性イオン量に

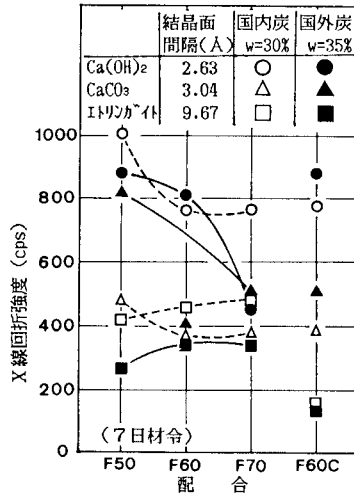


図-2 フライアッシュの反応生成物

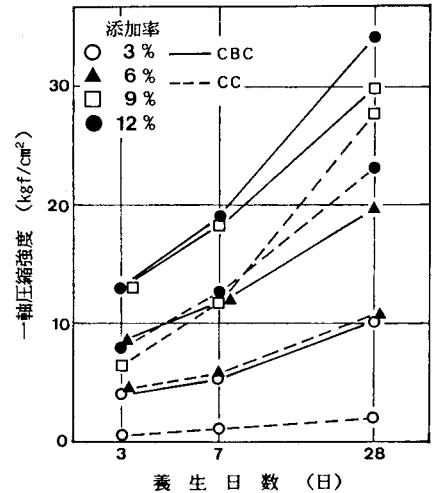


図-3 コンクリート微粉末の強度変化 (CBC, CC)

関係し、供試体間隙中の水分が重要である。なお、締固めた処理土の高強度は、供試体密度の増大とセメント水和物の固化の結果と考えられる。国外炭（写真-2）では板状のCAH系反応物やモノサルフェート水和物の生成が著しく、強度に貢献するエトリンガイトは少なくなっている。図-2はフライアッシュ国内炭と国外炭の各種反応生成物のX線回折強度の比較である。残存する消石灰量の差は小さいが、エトリンガイト量は国内炭の方が多く、また、炭酸カルシウムの量は国外炭の方が多くなっている。

コンクリート微粉末の処理結果を図-3、4に示す。CBCとCCおよびC60とC60Cの比較により、CAS材添加による強度増加がみられ、特に、養生初期の強度増加が顕著になっている。また、固化材の多いC50では3日養生で200kgf/cm²の強度が得られ、注入材としての利用用途が考えられる。図-5は強度試験後の供試体のX線回折の結果より添加量3%を基準とした各種反応生成物の回折強度の変化量を示したものである。CAS材を添加したCBCはCCに比べ多くのエトリンガイトを生成し、またCa(OH)₂を炭酸化する事がわかる。このエトリンガイトとCaCO₃によって養生初期および長期の強度発現が顕著になったものである。また、写真-3では、コンクリート微粉末の表面を覆っているCSH系反応物の外にエトリンガイトとモノサルフェート水和物の生成が認められる。

4. あとがき フライアッシュやコンクリート微粉末にセメントの固化助材としてCAS材を添加することによりエトリンガイトやCaCO₃の反応物を短期間に多量に生成し、養生初期から長期にわたる強度の発現がみられた。この結果、これまで利用に際して問題の少なかったフライアッシュとコンクリート微粉末に対し、注入材や構造材料としての有効利用を図りうると考えられる。

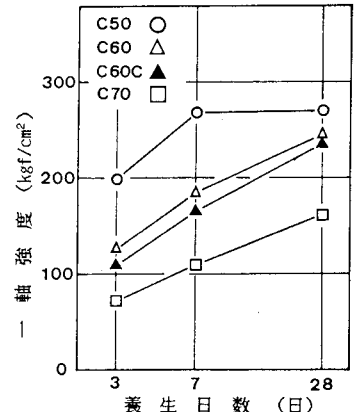


図-4 コンクリート微粉末の強度変化 (C50, C60, C70, C60C)

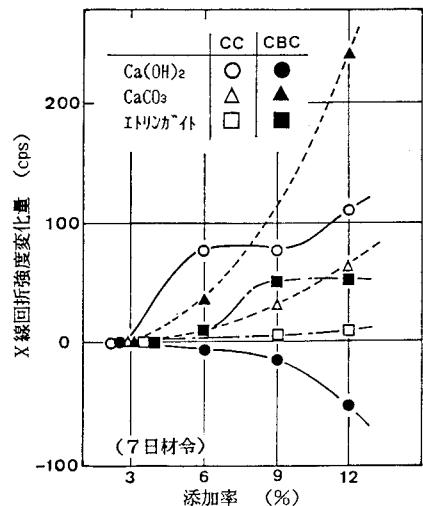


図-5 コンクリート微粉末の反応生成物