

明石工業高等専門学校

正 会 員 澤 孝 平 友 久 誠 司

明石工業高等専門学校専攻科

学 生 会 員 ○ 稲 積 真 哉

1. まえがき

近年、種々の工事現場から多量に発生する泥土には再利用、処分地の確保等の問題が生じている。一方、産業廃棄物であるフライアッシュの発生量も年々増加し、品質も多様化している。前報¹⁾では泥土の固化処理においてフライアッシュが固化助材として有効であることを明らかにした。本報は、品質の異なるフライアッシュの固化助材としての固化特性を検討したものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、滋賀県甲賀町（試料A）、兵庫県三田市（試料B）の地盤改良現場、および兵庫県稲美町のため池（試料C）から発生した泥土であり、表-1によると、泥土はいずれも固化処理が困難でA、B、Cの順に後者ほど高含水比のものである。また、各泥土は液性限界の1割増しに含水比を調整して用いた。固化材は軟弱地盤改良用セメント（住友大阪セメント）であり、固化助材は電発フライアッシュ（株）の市販品（電発産灰と略す）、（株）神戸製鋼所の流動床ボイラー（流動床灰1、流動床灰2）、および微粉炭ボイラー（微粉炭灰）から発生したフライアッシュである。それらの化学成分は表-2に示すとおりで、流動床灰は、他の石炭灰に比べてCaO、SO₃成分を多く含み、特に流動床灰1は流動床灰2に比べそれらの成分を多く含有している。また、微粉炭灰はSiO₂を多く含んでいる。固化処理土の配合は表-3のとおりである。

供試体は、処理土を高さ10 cm、直径5 cmの型枠に空隙が残らないように成形し、20℃の恒温室内で密封養生し、3、7、28、91日後に一軸圧縮試験を行った。

3. 結果と考察

図-1、2は試料Aに固化助材として流動床灰1を用いた処理土の強度と、養生日数・セメント添加率の関係である。図-1から、流動床灰1を15%混合した処理土はセメント添加率3%の少量でも養生に伴う大きな強度増加がある。また流動床灰1を5%の少量混合したものでも15%混合時と同程度に養生に伴う強度増加は大きい。図-2では、3%から9%にセメント添加率を増加することにより、3日の養生初期から強度増加は大きい。以上より、流動床灰1は低セメント添加率でも養生初期から長期にわたり処理土の強度発現に貢献し、また、その混合量を増加

表-1 試料の性質

	土粒子の密度 (g/cm ³)	粒度分布			強熱減量 (%)	フミン酸 含有量(%)	液性限界 (%)	塑性指数
		砂分(%)	シルト分(%)	粘土分(%)				
試料A	2.41	30	46	24	5.5	1.4	42.2	14.2
試料B	2.65	60	15	25	6.0	0.3	69.3	28.8
試料C	2.45	10	36	54	13.3	1.1	140.0	39.0

表-2 固化助材の化学成分組成

	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO(%)	Na ₂ O(%)	SO ₃ (%)	K ₂ O(%)	未燃分(%)
流動床灰1	23.7	13.2	2.8	29.1	0.3	5.4	0.5	27.1
流動床灰2	23.2	11.0	3.1	22.0	0.2	4.7	0.4	39.6
微粉炭灰	64.2	18.5	3.6	2.3	0.6	0.3	0.9	6.0
電発産灰	56.4	22.6	3.0	6.2	1.3	0.8	0.6	3.5

表-3 配合比

(試料に対する湿潤百分率)

試料名	固化材 添加率(%)	固化助材混合率(%)			
		流動床灰1	流動床灰2	微粉炭灰	電発産灰
A	3, 6, 9	5, 15	—	—	—
B	3, 6, 9, 12	—	5, 10	10	—
C	3, 6, 9, 12	—	5, 10	10	10

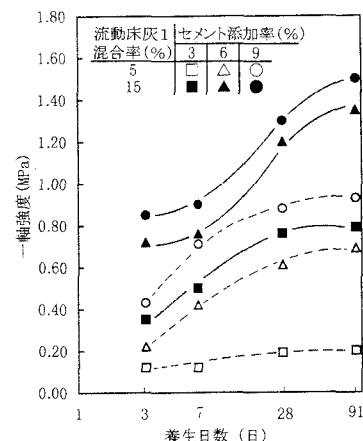


図-1 養生日数と強度の関係（試料A）

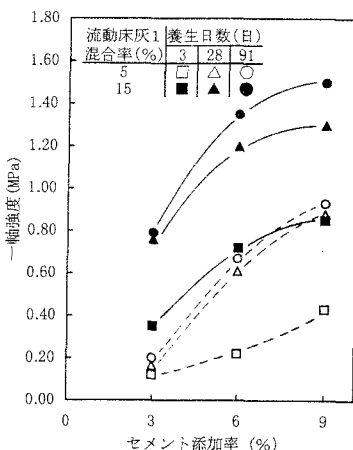


図-2 セメント添加率と強度の関係（試料A）

することでさらに大きな強度が得られることから、固化助材として有効である。

図-3、4は試料Bに流動床灰2を固化助材として用いた処理土の強度試験結果である。図-3から、いずれのセメント添加率でも流動床灰2を10%混合した処理土が

5%混合したものより低強度となり、養生に伴う強度増加も小さい。これは、処理対象土は異なるが流動床灰1と逆の傾向を示している。図-4によると、セメント添加率3%では、いずれの養生日数および流動床灰2混合率においても0.1MPa以下の低い強度である。また、セメント添加率を増加すると、強度は発現するが値としては流動床灰1を用いた試料Aよりも小さい。この流動床灰2を用いた処理土の強度発現が流動床灰1を用いたものより低くなった原因は、試料Bの方が試料Aよりも高含水比のため強度発現が困難であることと、流動床灰2は流動床灰1に比べてCaO、 SO_3 成分が少なく、未燃分を多く含有していることが処理土の強度発現の阻害要因になったものと考えられる。

図-5、6は試料B、Cに固化助材として品質の異なる3種類のフライアッシュを用いた処理土の養生日数と強度の関係である。試料B（図-5）は、セメント添加率9、12%の場合、28日養生までは流動床灰2と微粉炭灰を用いた処理土の強度は同じ程度である。しかし、28日以後の養生では微粉炭灰を用いた処理土の強度増加は流動床灰2よりも大きく、91日養生後の強度はセメント12%添加時では0.44MPaの差がみられる。一方、電発産灰を用いたものは、セメント添加率に応じた強度発現はみられるが値は小さい。高含水比の試料C（図-6）は試料Bに比べ、同じ配合ではいずれの養生日数でも強度は1/10程度の小さな値である。しかし、全てのセメント添加率で微粉炭を用いたものの強度発現が流動床灰2や電発産灰に比べて大きく、養生に伴う強度増加も試料Bと同様の傾向を示している。微粉炭灰を用いた処理土の強度が長期にわたって大きく発現したことは、 SiO_2 成分を多く含有することでポズラン反応が長期間にわたって継続する結果である。一方、流動床灰2は微粉炭や電発産灰と比較し、CaO、 SO_3 成分が多いためエトリンガイト結晶の生成に伴う養生初期の強度発現は大きい、未燃分を多く含有するため長期の強度増加がみられなかった。

4. あとがき

以上の結果、次の事が明らかになった。（1）フライアッシュは、泥土の固化処理において固化助材として有効である。（2）流動床灰はCaO、 SO_3 成分を多く含むために7日までの養生初期に高強度が得られるが、多くの未燃分含有量は強度発現の阻害要因となる。（3）微粉炭灰はポズラン含有量が多く、長期養生における強度発現が期待できる。（4）同じ固化助材を用いた固化処理の場合、含水比などの試料の性質は固化処理土の強度発現に大きく影響する。

【参考文献】1) 澤 孝平他：産業廃棄物の固化助材としての可能性について、平成8年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集、Ⅲ-43-1~2、1996。

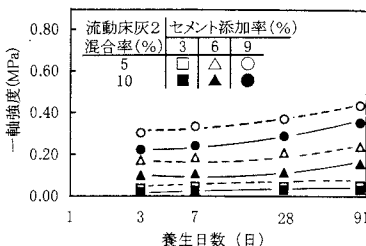


図-3 養生日数と強度の関係 (試料B)

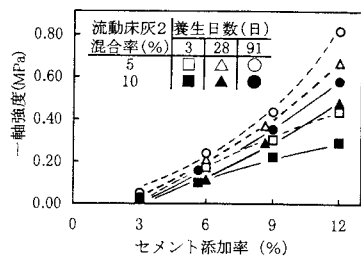


図-4 セメント添加率と強度の関係 (試料B)

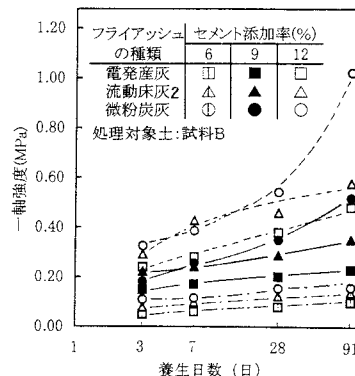


図-5 フライアッシュの種類による 養生日数と強度の関係 (試料B)

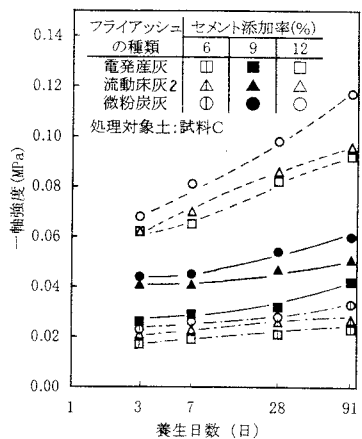


図-6 フライアッシュの種類による 養生日数と強度の関係 (試料C)