

明石高専 正 会 員 澤 孝平 友久誠司
明石高専専攻科 学生会員 ○小 河 篤 史
明石高専学生 石田 紘 明 國富充敏

1. まえがき

近年、建設工事の大型化、地下空間の有効利用および都市の再開発などにより、膨大な量の建設泥土が発生しているが、改質の困難さから有効利用率は増加していない。一方、産業廃棄物である石炭灰の排出量も増加の一途を辿っており、これを建設泥土の固化処理において固化の補助材料として利用できれば、環境保全の観点からも大変有意義である。本報では、セメント系固化材による建設泥土の固化処理において化学成分の異なる3種類のフライアッシュの固化助材としての有効性について検討する。

2. 試料および実験方法

固化処理の対象に用いた建設泥土は前報¹⁾と同様のものである。固化材は軟弱地盤改良用の特殊セメント（(株)住友大阪セメント製）で、固化助材として用いたフライアッシュは、流動床灰と2種類の微粉炭灰である(表-1)。

固化処理土は、泥土に固化材添加率 3、6、9%、固化助材混合率 0、5、10%をそれぞれ組み合わせて9種類の配合で混合し、直径 5cm、高さ 10cm の型

枠に振動を与えて空隙が残らないように供試体を成形した。養生は 20℃の恒温槽で行い、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(a)は微粉炭灰Aを混合した処理土の養生日数と一軸圧縮強さの関係を表したものである。固化材添加率 3%のものはいずれの固化助材混合率においても強度が約 10kPa と小さく、また、養生に伴う強度増加もみられない。しかし、固化材添加率を 9%に増やすと強度は 3 日養生で 40~70kPa となり、また、養生に伴う強度増加がみられ、その傾向は固化助材混合率が多いものほど顕著である。そして、固化材添加率 9%、固化助材混合率 10%のものは 3 日養生で 60kPa となり、ダンプトラックでの運搬が可能な強さとなった。また、微粉炭灰Bを混合した処理土でも同じ傾向がみられた。

図-1(b)は流動床灰を固化助材として用いた処理土の養生日数と一軸圧縮強さの関係である。全ての配合において養生の経過に伴う強度増加がみられる。固化材添加率が 3%の少ない添加率においても固化助材混合率に応じた強度増加がみられる。また、固化材添加率 9%、固化助材混合率 10%においては 3 日養生で微粉炭灰 A の約 1.5 倍の 100kPa を超えており、その後の養生に伴う強度増加も著しい。

表-1 石炭灰の化学成分 (%)

化学成分	微粉炭灰A	微粉炭灰B	流動床灰
SiO ₂	58.4	53.18	22.2
Al ₂ O ₃	25.2	23.6	12.2
Fe ₂ O ₃	4.4	4.94	2.3
CaO	2.9	4.35	16.8
MgO	1.1	2.7	0.6
Na ₂ O	0.65	2.19	0.35
K ₂ O	0.85	1.58	0.49
SO ₃	0.31	1.34	5.2
Ig.Loss	4.8	3.87	35.5

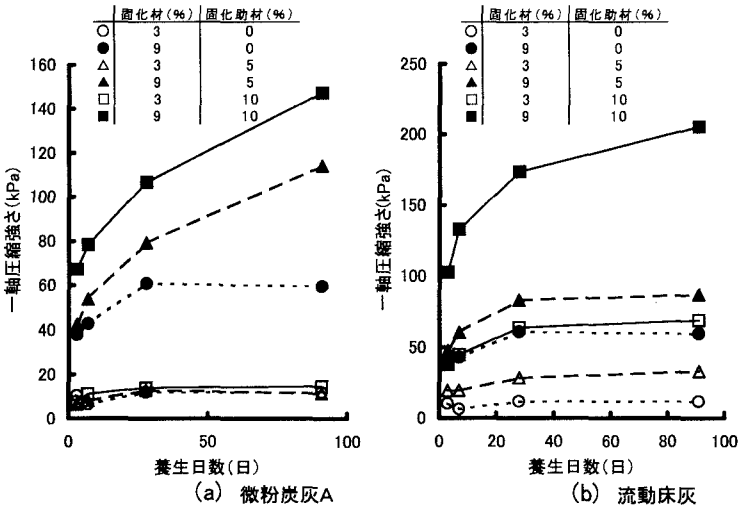


図-1 養生日数と強度の関係

図-2は固化助材混合率と一軸圧縮強さの関係を表したものである。図-2(a)の微粉炭灰Aを固化助材として用いた処理土は、固化助材混合率を多くしても強度増加があまりみられない。一方、図-2(b)の流動床灰を固化助材として用いた処理土は、固化助材混合率を多くするにしたがって強度発現が顕著である。

図-3は固化助材混合率を5%、固化材添加率を3%と9%とした処理土の養生日数と一軸圧縮強さの関係である。固化材添加率3%では、微粉炭灰Aを混合した処理土の強度は小さくフライアッシュ無混合のものとほぼ同じである。微粉炭灰Bおよび流動床灰を混合した処理土の強度は養生3日で約20kPaと無混合の約2倍となり、養生日数に伴う強度増加も見られる。このことは流動床灰と微粉炭灰Bが固化助材として有効であることを示している。固化材添加率を9%にするといずれの固化助材の配合でも91日養生後に約100kPaとなり、固化材添加率が多い場合にはフライアッシュの違いによる強度差は小さいことがわかる。

固化処理土の電子顕微鏡観察およびX線回折分析結果によると、微粉炭灰Aを混合した処理土では粒子表面をCSH系反応物が覆っているのを確認できた。しかし、微粉炭灰Bおよび流動床灰を混合した処理土にはCSH系の反応物とともに針状結晶のエトリンガイトが多くみられた。このエトリンガイトは軟弱粘性土の強度増加に貢献する反応物であり、これがネット状に絡み合って土粒子を拘束することによって高い強度が得られたものと考えられる。そして、微粉炭灰Bと流動床灰を混合した処理土においてこれらの反応物の生成量が多くなった原因は、表-1に示したようにCaOとSO₃を多く含むためである。したがって、石炭灰の固化助材としての有効性にはCaOとSO₃含有量が重要であることが分かる。

4. あとがき

建設泥土のセメント系固化処理において、3種類のフライアッシュを固化助材として混合した結果、次のことが明らかになった。(1)泥土はフライアッシュの混合により強度改善ができ、養生の経過に伴い強度は増進し、運搬可能な強度まで改善することができる。(2)流動床灰は混合率を高くするほど高強度を得ることができ、固化助材としての有効性は高い。(3)微粉炭灰は混合率を高めても強度増加はほとんどみられず固化助材としての有効性は低い。(4)泥土の固化処理土の強度増加に有効なのはCaOとSO₃成分であり、これらの成分を多く含むフライアッシュは固化助材として有用である。

【参考文献】1) 澤 孝平他：固化助材に各種の石炭灰を混合した処理土の強度特性、平成11年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集、Ⅲ-67-1~2、1999

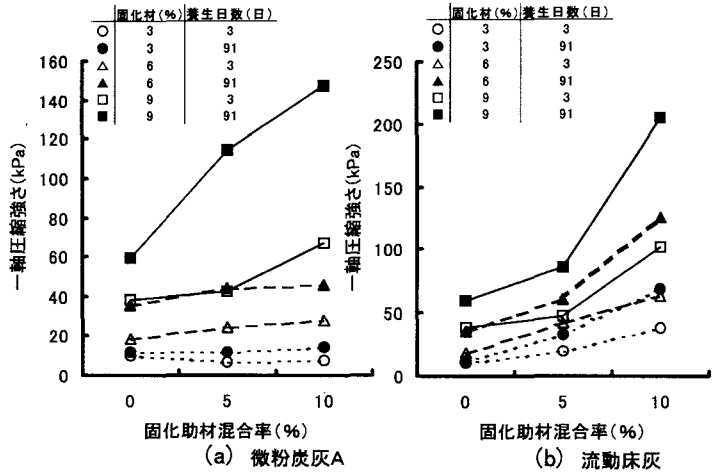


図-2 固化助材混合率と強度の関係

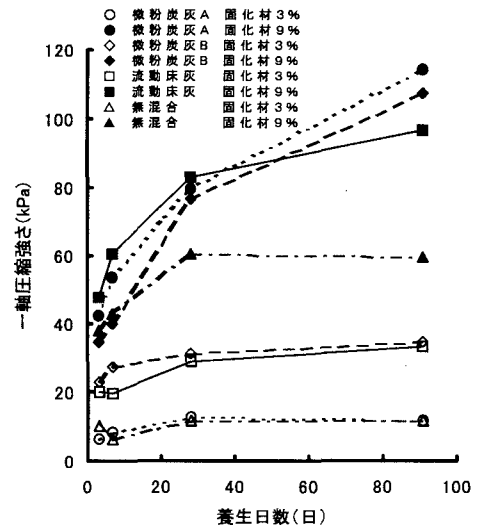


図-3 各配合での強度比較