

明石工業高等専門学校 正 会 員 澤 孝平
明石工業高等専門学校 正 会 員 友久誠司
京都大学大学院 学生会員 ○稻積真哉

1. まえがき

近年、処理・処分が大きな問題となっている建設泥土は、セメント等の固化材を添加することで土性を改善し、再生資源として有効利用を図ることが要請されている。一方、石炭火力発電所などで副産される石炭灰の排出量は年々増加の一途を辿り、原料炭や燃焼炉の違いにより、その品質は多様化する傾向にある。前報¹⁾では、セメント系固化材を用いた泥土の固化処理において、固化助材として種々の石炭灰の有効性を明らかにした。本報は、極めて軟弱な泥土の固化処理に主眼を置き、各種石炭灰を固化助材とした処理土の強度特性を比較検討するものである。

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、兵庫県稲美町の溜池で採取した淡水へどろ{土粒子の密度 2.38g/cm^3 , $w_L=152.0\%$, $I_p=96.4$, 強熱減量 14.3% , 粒度(砂分 10% , シルト分 36% , 粘土分 54%)}(以下、泥土Aと略す)、および兵庫県三田市の地盤改良現場から発生した泥土{土粒子の密度 2.65g/cm^3 , $w_L=69.3\%$, $I_p=28.8$, 強熱減量 6.0% , 粒度(砂分 40% , シルト分 42% , 粘土分 18%)}(泥土B)であり、含水比をそれぞれ液性限界の1割増し(170% , 75%)に調整して用いた。また、固化材は軟弱地盤改良用の特殊セメント(住友大阪セメント(株)製)であり、固化助材は電発フライアッシュ(㈱の市販品(MCAと記す)、㈱神戸製鋼所産の流動床ボイラー灰(FCA)、および微粉炭ボイラー灰(PCA)の3種類の石炭灰を用いた。それらの化学成分組成は表-1に示すとおりで、FCAは、他の石炭灰に比べて CaO , SO_3 成分を多く含有している。PCAは SiO_2 を最も多く含んでいる。MCAは、FCAとPCAの間の CaO , SO_3 , SiO_2 の含有量であり、高温燃焼のため粒子は球状で結晶性の高いものである。固化処理土の配合および養生日数は表-2のとおりである。

表-1 固化助材の化学成分

	FCA	PCA	MCA
SiO_2	23.7	64.2	56.4
Al_2O_3	13.2	18.5	22.6
Fe_2O_3	2.8	3.6	3.0
CaO	29.1	2.3	6.2
Na_2O_3	0.3	0.6	1.3
SO_3	5.4	0.3	0.8
K_2O	0.5	0.9	0.6
未燃成分	27.1	6.0	3.5

表-2 処理土の配合比
泥土の標準質量に対する百分率(%)

	泥土A	泥土B
固化材	6,9,12	6,9,12
FCA	0,5,15	—
PCA	0,5,15	10
MCA	0,5,15	10
養生(日)	7,28,91	3,7,28,91

供試体は、処理土を直径5cm, 高さ10cmの型枠に詰め、振動を与えて空隙が残らないように成形した。

養生は 20°C の恒温室での密封養生とし、所定の養生経過後(表-2)に一軸圧縮試験を行った。

3. 結果と考察

図-1は、極めて軟弱で有機物を多く含有する泥土Aの固化処理において、3種類の石炭灰を5%混合した処理土の養生日数と強度の関係である。これより、固化材の添加

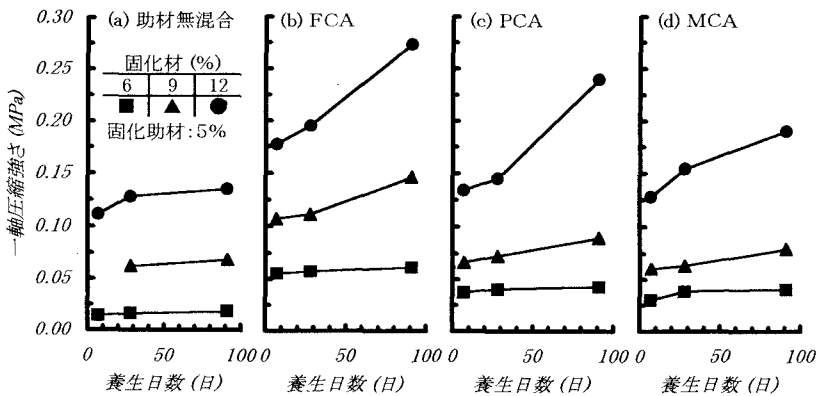


図-1 各種固化助材を混合した処理土の養生日数と強度の関係(泥土A)

量にかかわらず、固化助材にいずれの石炭灰を用いても（図（b）～（d））、石炭灰を用いないもの（図（a））に比べ、2～4 倍程度の大きな強度を得ることができ、石炭灰は固化助材として有効であることが分かる。さらに、FCAを用いた場合（図（b））、等しい固化材添加率では他の石炭灰を混合した処理土より 1.5 倍程度の高強度であり、固化助材として最も効果的である。一方、PCA、MCAを固化助材に用いた処理土は、図－1（c）、（d）および泥土Bに対してPCA、MCAを 10% 混合した処理土の養生日数と強度の関係を示した図－2 から、固化材を 12%の多量添加した場合、対象泥土A、Bともに 28 日以後の強度増加が大きくなっている。しかし、MCAはPCAに比べ若干低い強度である。また、図－1、2 によると、高含水比・高有機物含有の泥土Aの固化処理では、固化材および固化助材の配合条件が同じ場合、泥土Bの 1/10 程度の強度である。すなわち、泥土の性質は処理土の強度発現に大きく影響する。

図－3 は、泥土Aに各種石炭灰を混合した固化処理土中のエトリンサイト(9.7 Å)のX線回折強度である。これより、エトリンサイトの回折強度はFCAを混合した処理土が大きく、PCA、MCAを用いたものでは、無混合のものとはほぼ同じ回折強度となっている。FCAを混合した処理土の回折強度が大きくなったのは、FCAがCaO、SO₃成分をMCA、PCAより多量に含有しているためである。

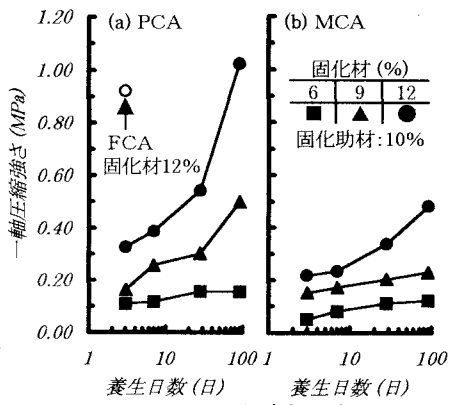
図－1、2、3 より、各種石炭灰を混合した処理土の強度特性は次のように考察できる。すなわち、FCAは固化活性の高いCaOやSO₃成分を多く含有するために、エトリンサイトの結晶生成に伴う養生初期からの強度発現が顕著である。また、SiO₂成分を多く含有するPCAは長期間にわたってポズラン反応が継続するため、処理土の長期強度は大きくなる。一方、MCAは、高温で燃焼されているために粒子の結晶性が良く、硬化活性がFCA、PCAに比べ小さく、そのため強度が低くなる。

図－4 は、泥土Aにおける各種石炭灰混合率と 91 日養生後の強度の関係である。FCAは、混合率を増加させるとより高い強度が期待できる。一方、PCAやMCAでは、混合率 15%の処理土が 5%のものより低強度になっており、混合率の増加が処理土の強度発現に必ずしも有効ではないといえる。

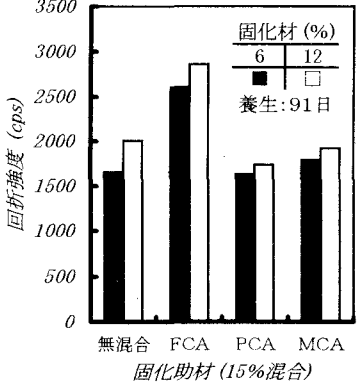
4. あとがき

以上の結果、次の事が明らかになった。(1) 石炭灰は品質によって処理土の強度特性が異なるものの、泥土のセメント系固化処理における固化助材として有効である。(2) FCAは SO₃ や CaO 成分を多く含有するため、養生初期から長期にかけて強度増加が期待できる。(3) SiO₂ を多く含有するPCA、MCAは固化助材として長期養生において有効であるが、混合率の増加が強度発現には必ずしも有効ではない。(4) 泥土の性質は固化処理土の強度に大きく影響する。

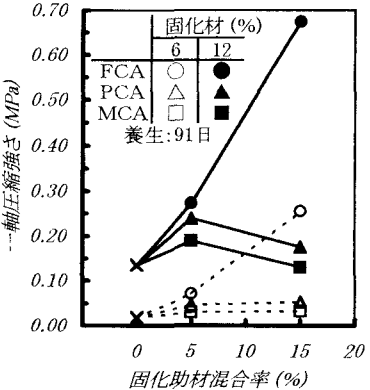
【参考文献】 1) 澤 孝平他：産業廃棄物の固化助材としての可能性について(その2)、平成9年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集、Ⅲ－46－1～2、1997。



図－2 PCA、MCA混合処理土の養生日数と強度の関係(泥土B)



図－3 エトリンサイトのX線回折強度(泥土A)



図－4 固化助材混合率と強度の関係(泥土A)