

明石高専
明石高専専攻科
(株) 近畿建設協会
(株) コトー
(社) 関西土木技術センター

正会員 澤 孝平 ○友久誠司
伊東和人
雀部和男
鈴木一幸
竹内 功

1. まえがき

近年、各種の工事に伴う建設発生土の量が増加傾向にある。しかし、これらの建設発生土の再利用は進んでいない。一方、オイルショック以降、石炭火力発電所等からは毎年多量の石炭灰が発生しており、これもまた、有効利用率はわずかな状況に過ぎない。大都市ではスーパー堤防の整備が要請されており、その盛土材に不良土も利用せざるを得なくなっている。そこで、不良土と石炭灰を盛土材として有効利用ができれば、最終処分場の延命やリサイクルの観点からも大変有意義である。本報では、建設発生土に石炭灰などの焼却灰を添加することによって工学的性質を改善し、スーパー堤防や道路路床などの建設材料としての有効利用の可能性を追究する。

2. 試料および実験方法

本研究に用いた試料は、滋賀県の天津放水路建設泥水シールド現場で発生した砂質土と粘性土である。これらの性質は表－1の通りであり、粘性土は道路路床やスーパー堤防の材料基準に達成していない不良土である。そして、不良土の強度改善効果を高めるための添加材として、微粉炭灰（関電化工（株））・流動床灰（（株）神戸製鋼所）・古紙焼却灰（（株）セツ）の3種類の焼却灰を用いた。これらの化学成分は表－2に示す通りである。

粘性土に砂質土あるいは添加材を混合して品質を改善したものを改良土と呼ぶ。改良土は、砂質土と粘性土を5：5から8：2（以後、配合（砂質土：粘性土）で表わす）の割合で混合したものである。現場から発生する粘性土の含水比は変動が大きいことから20、24、28%の3種類に調整して用いた。また、添加材は砂質土と粘性土を混合した質量に対して10%添加した。そして、改良土の強度の評価はCBR試験とコーン貫入試験で行った。

3. 結果と考察

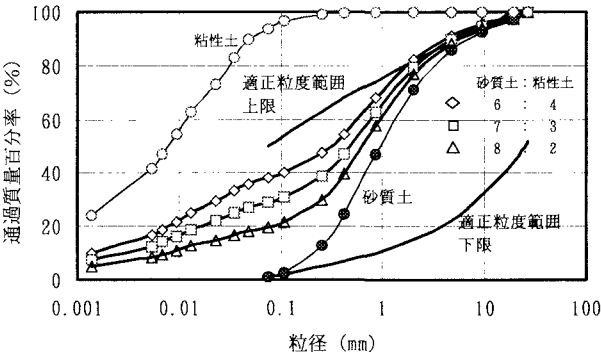
図－1は、本研究で使用した砂質土、粘性土と3種類の改良土の粒度、およびスーパー堤防盛土材の適正粒度の範囲を示している。

表－1 粘性土と砂質土の性質

試料	粘性土	砂質土
含水比 %	20.0	10.9
土粒子の密度 g/cm ³	2.476	1.985
日本統一分類（中分類）	CH、CH'	SM
礫分（2mm以上） %	0	22
砂分（75μm～2mm） %	6	36
シルト分（5～75μm） %	51	42
粘土分（5μm以下） %	43	0
最大粒径 mm	2	27
CBR値 %	1.2	3.1
コーン指数 kPa	282	2000

表－2 石炭灰の化学成分（%）

化学成分	微粉炭灰	流動床灰	古紙焼却灰
SiO ₂	53.2	22.2	38.1
Al ₂ O ₃	23.6	12.2	28.9
Fe ₂ O ₃	4.9	2.3	1.2
CaO	4.4	16.8	15.0
MgO	2.7	0.6	3.5
Na ₂ O ₃	2.2	0.4	1.0
K ₂ O	1.6	0.5	0.5
SO ₃	1.3	5.2	0.7
Unburned C	3.9	35.5	—



図－1 試料と改良土および材料基準の粒度

砂質土は材料基準を満足しているが、粘性土は細粒のため使用できない。盛土材としての改良土は粒径2～10mmの範囲で粒度基準を満足していない。現場で発生する砂質土は、最大粒径10cmの粗石や粗礫が混入していたが、本研究ではコーン指数のばらつきを押さえるために事前にそれらを除去したために粒径2～10mmの土粒子が不足したものである。

よって実際の現場での使用には、発生した砂質土をそのまま使用すると粒度基準に収まるものと考えられる。

図-2は、粘性土のみで供試体を作成した場合の含水比とCBR値の関係である。粘性土の含水比が低下するとともにCBR値も大きくなっている。そして、含水比が24%以下であれば、道路の路床材としての基準CBR=3%を満足することがわかる。

図-3は、添加材を添加した改良土中の粘性土の含水比とCBR値の関係である。いずれの配合においても混合する粘性土の含水比が低下するほどCBR値は高くなっており、改良土の含水比を低下することが強度増加の大きな要因であることがわかる。

図-4は、配合(6:4)改良土の添加材の種類とCBR値の関係である。添加材の種類で最も強度の高いものは流動床灰であり、次いで古紙焼却灰、微粉炭灰の順に後者ほど固化助材としての添加効果の少ないことがわかる。そして、添加材を加えないものは道路路床としての材料基準値以下である。

図-5は、CBR値20%以下の全ての供試体のCBR値とコーン指数の関係である。改良土のCBRとコーン指数の間には高い相関($R^2=0.90$)がみられ、回帰式より道路の路床としての基準CBR=3%を達成するためにはコーン指数は0.9MPa以上が必要である。

4. あとがき

以上の結果、次のことが明らかになった。(1) 改良土の含水比が低下すると強度は増加する。(2) 添加材の種類で最も添加効果の大きなものは流動床灰であり、次いで古紙焼却灰、微粉炭灰の順に前者ほど固化助材として有効である。(3) 改良土のCBRとコーン指数の間には高い相関関係がみられ、より簡便な試験方法で改良土の評価が可能である。

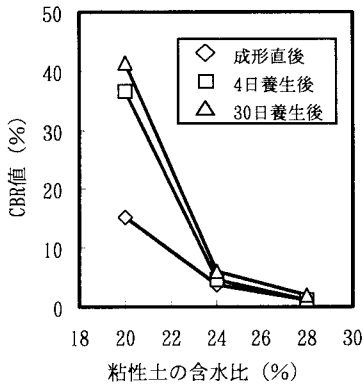


図-2 粘性土の含水比と CBR 値の関係

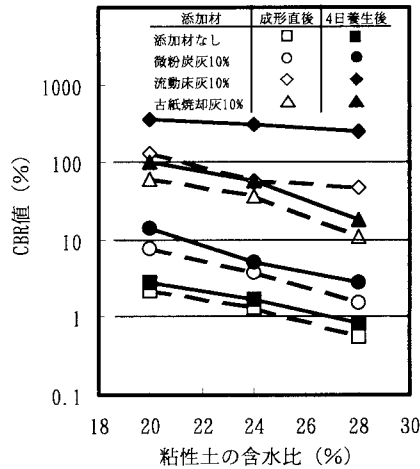


図-3 粘性土の含水比と CBR 値の関係

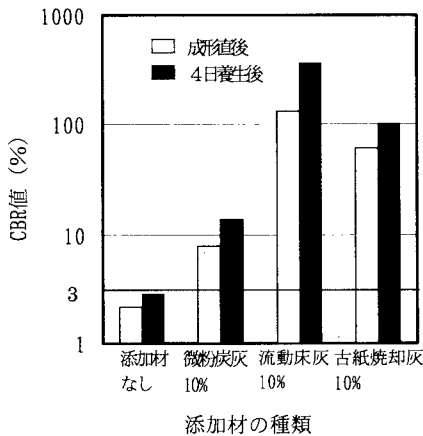


図-4 添加材の種類と CBR 値の関係

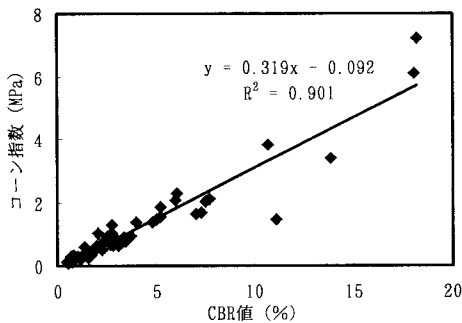


図-5 CBR 値とコーン指数の関係