

明石高専 正会員 澤 孝平 ○友久 誠司
明石高専 学生員 隅谷 恵 中崎 怜子

1. まえがき

近年、我国では大規模プロジェクトによる建設発生土が増加傾向にあり、これらの再利用が要求されている。また、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、この有効利用も大きな課題である。一方、東京・大阪の6河川ではスーパー堤防の整備が要請されており、その盛土材には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可能となれば、処分地の延命やりサイクルの観点からも大変有意義である。

本報は、建設発生土に焼却灰を添加することによって工学的性質を改善し、スーパー堤防の盛土材及び道路の路床材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

用いた試料は、大阪府高槻市の河川工事において発生した洪積粘土である。この性質は表-1の通りであり、洪積粘土は道路路床やスーパー堤防の材料基準（CBR3.0%，コーン指数400kPa）

表-1 洪積粘土の性質

自然含水比	30%
CBR	0.7%
コーン指数	2.8Pa
土粒子の密度	2.212g/cm ³
液性限界	54.0%
塑性限界	23.2%
塑性指数	30.8

以下の不良土である。そして、不良土の強度を改善す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）・製紙焼却灰（（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。

表-2 添加材の化学成分（%）

化学成分	微粉炭灰	流動床灰	製紙焼却灰
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	—

洪積粘土に添加材を混合して品質を改善したものを改良土と呼ぶ。この改良土で供試体を作成し、恒温密封条件で0日・7日・14日間養生し、CBR試験・コーン貫入試験・山中式土壌硬度試験を行った。また、改良効果に対する不良土の含水比の影響を検討するため、洪積粘土の含水比を35%に調整した供試体でも、同様の実験を行った。

3. 結果と考察

図-1は、添加材として微粉炭灰を混合した改良土の成形時の含水比とCBRの関係を示している。ここで、改良土の含水比は微粉炭灰の混合率によって一義的に決まるものであるが、大きなばらつきが見られる。この図によると、CBRは成形時含水比に関係しており、含水比が低いほど大きなCBRを示している。そして、道路の路床材としての材料基準（CBR3.0%）を満足するには、微粉炭灰を30%以上混合し、含水比を20.6%以下にする必要がある。

図-2～4は、養生日数0・7・14日後の各種の添加材（混合率10%）による改良土の貫入抵抗を示している。図-2はCBRの結果である。添加材の種類で最もCBRの高いものは流動床灰であり、次いで製紙焼却灰、微粉炭灰の順に後

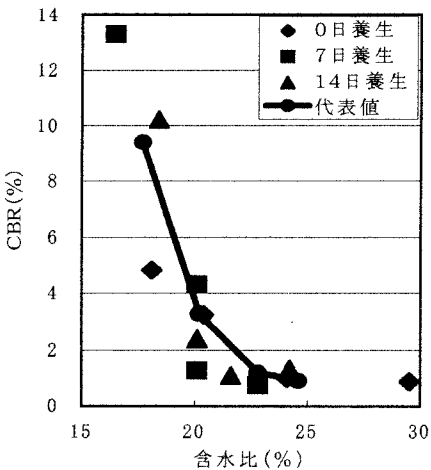


図-1 成形時含水比とCBRの関係（微粉炭灰）

者ほど添加材としての混合効果の少ないことが分かる。流動床灰と製紙焼却灰は、不良土に混合率 10% を配合することで道路の路床材としての材料基準 (CBR3.0%) を満足することが分かる。また、流動床灰と製紙焼却灰は養生日数を 0 日から 7 日に経過することで CBR は増加しているが、養生日数をさらに 14 日に増加すると CBR は減少傾向にある。

CBR の増加は添加材の硬化反応によるものである。7 日から 14 日への CBR の減少の原因の 1 つは前述の成形含水比であると考えられるが、更に検討が必要である。

図-3 は添加材の種類によるコーン指数を示したものである。図-2 の CBR の場合と同様に、流動床灰が最もコーン指数が高く、次いで製紙焼却灰、微粉炭灰の順である。流動床灰と製紙焼却灰は、不良土に 10% 混合することでスーパー堤防の盛土材料の基準 (コーン指数 400kPa) を満足することが分かる。

図-4 は添加材の種類による山中式土壌硬度の結果を示している。この図でも山中式土壌硬度は CBR やコーン指数と同様の傾向である。

図-5 は、添加材混合率の最も多い配合の洪積粘土の含水比と CBR の関係を示したものである。不良土の含水比を 5% 減少させることにより、いずれの添加材を混合した改良土においても CBR が 6~8 倍に増加していることが分かる。

4. あとがき

- 以上の結果、次のことが明らかになった。
- (1) 不良土は、添加材の混合率の増加により含水比が低下し強度が増加する。
 - (2) 流動床灰、製紙焼却灰を混合した改良土は、成形直後より 7 日養生に強度増加が見られ、14 日養生すると強度は低下する傾向にある。微粉炭灰の養生に伴う強度増加はほとんど見られない。
 - (3) 添加材の種類で最も混合効果の大きなものは流動床灰であり、次いで製紙焼却灰、微粉炭灰の順に前者ほど有効である。
 - (4) 不良土の含水比を 5% 減少させることによって、CBR は大幅に増加する。よって、改良効果を高めるためには、不良土の含水比を減少させると良いことが明らかである。

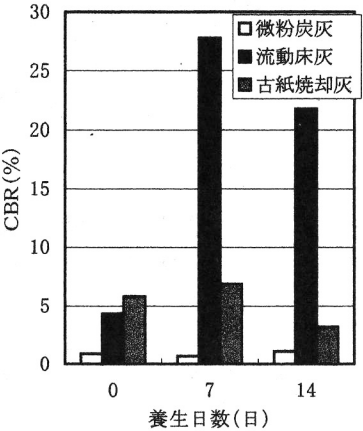


図-2 添加材の種類と CBR の関係 (混合率 10%)

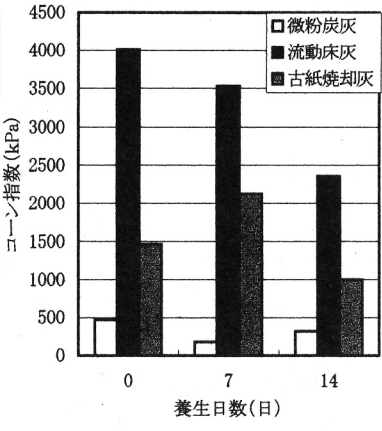


図-3 添加材の種類とコーン指数の関係 (混合率 10%)

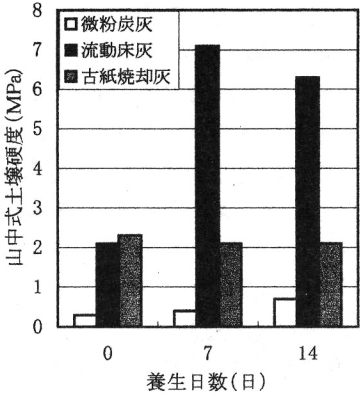


図-4 添加材の種類と山中式土壌硬度の関係 (混合率 10%)

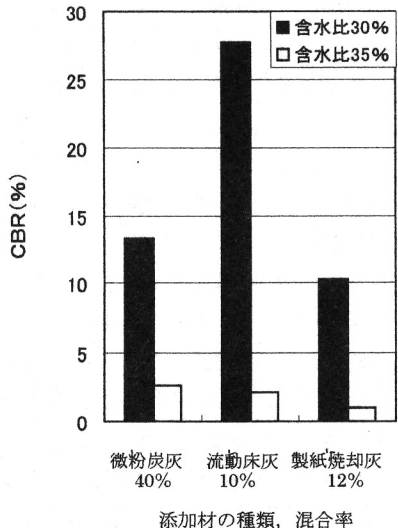


図-5 洪積粘土の含水比と CBR の関係