

## VII-122

## 下水汚泥焼却灰と建設発生土の混合による埋戻し材料への利用

北海道工業大学 正会員 川端 伸一郎  
 北海道工業大学 正会員 神谷 光彦  
 札幌市下水道資源公社 山口 秀治

## 1. まえがき

札幌市では下水汚泥をコンポスト化して緑農地還元するほかに、焼却灰の単体利用として下水工事等の埋戻し材料として利用している。

札幌市の下水汚泥焼却灰（以下焼却灰）は汚泥の脱水ケーキを階段式ストーカ炉で焼却していることより、土としてみたとき粗粒分が多く、透水性が高い砂と同等の性状を示す良質な材料である。

つぎに、下水道の建設工事などに伴って発生する土は、砂、礫などの良質なものは埋戻し材料として利用されているが、利用が困難な土も多く、それらは低地の埋立てなどで処分されている。近年、その処理コストの高騰や処分地の用地確保が困難なことから、建設発生土についても更なる有効利用が求められている。

そこで本研究は、建設発生土と焼却灰を数種の割合で混合した土について強度試験を行い、広範囲な土を埋戻し材料としての再利用することを検討したものである。

## 2. 実験試料と試験方法

実験に用いた試料の粒径加積曲線を図-1に、基本的性質を表-1に示す。焼却灰は無薬注のものでその特徴としては、①ポーラスであるため土粒子の密度が小さい、②大きな粒子はもろく砂状になる、③焼却後に水冷しているため含水比が高いが比較的乾燥処理が容易であるなどが挙げられる。建設発生土は砂から粘土までの細粒分含有率の異なる4種を用いた。砂を除き自然含水比は最適含水比より高い土である。試験は発生土と焼却灰を重量比 7:3, 5:5, 3:7 で混ぜ合わせた試料について、含水比を変化させて、締固め試験、コーン貫入試験、プロクターニーデル貫入試験を行った。

## 3. 結果と考察

試験結果の一例として発生土Dの含水比とコーン指数の関係を図-2に示す。含水比が高くなるに

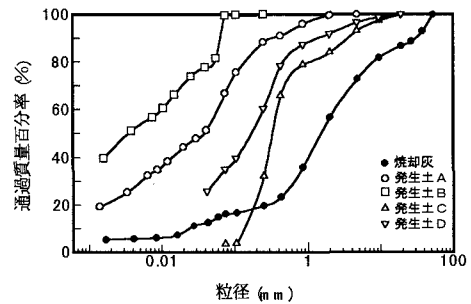


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 試料の基本的性質

|                            | 焼却灰   | 発生土<br>A | 発生土<br>B | 発生土<br>C | 発生土<br>D |
|----------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 2.383 | 2.641    | 2.513    | 2.694    | 2.668    |
| 自然含水比(%)                   | 51.9  | 46.9     | 64.7     | 8.9      | 27.9     |
| 最適含水比(%)                   | 30.0  | 30.0     | 42.8     | 13.8     | 17.5     |
| 最大乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.127 | 1.383    | 1.128    | 1.695    | 1.740    |
| 細粒分含有率(%)                  | 16.3  | 66.9     | 99.7     | 3.5      | 35.2     |
| 日本統一土質分類                   | GM    | CH       | CH       | SPu      | SC       |

従い強度が低下する傾向にあるが、混合によりコーン指数が増大し、特に含水比の高い範囲では顕著であった。また、焼却灰の混合率を増すとコーン指数は大きくなるが、混合率の差による影響は少ない。

すべての試験について、コーン指数の値を4つに分類したコーン指数ごとの含水比と細粒分含有率(75  $\mu$ m以下)の関係を図-3に示す。この関係から所定の強度を得るためには、含水比が高ければ細粒分含有率を少なく、細粒分含有率が多ければ含水比を低くする必要があることがわかる。

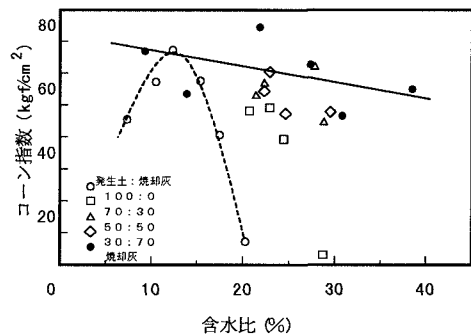


図-2 発生土Dの含水比とコーン指数の関係

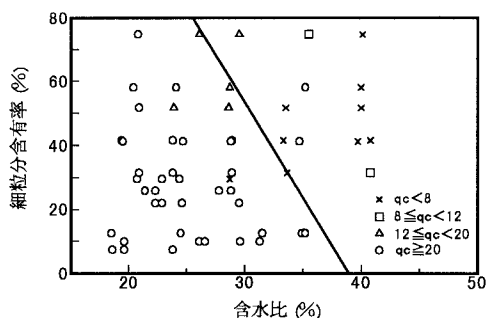


図-3 コーン指数ごとの含水比と細粒分含有率の関係

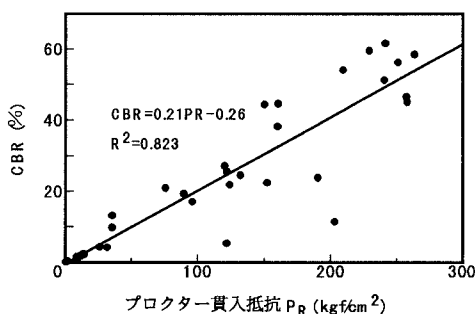


図-4 プロクター貫入抵抗と CBR の関係

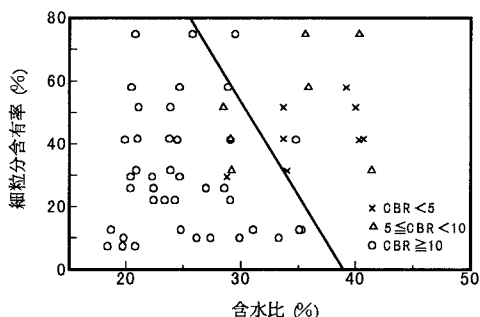


図-5 CBRごとの含水比と細粒分含有率の関係

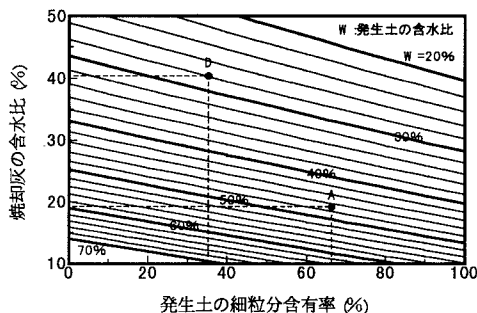


図-6 焼却灰の含水比を決定するための簡易図

総合的建設残土対策研究会<sup>1)</sup>では建設発生土を4種に分類して、各々の利用用途を示している。それによると埋戻し材料や路床材として利用可能な土は、砂質土、礫質土の第2種土質材料で、選定基準は細粒分含有率 50%以下、コーン指数 8 kgf/cm<sup>2</sup>以上、CBR 5以上、一軸圧縮強度 2.0 kgf/cm<sup>2</sup>以上となっている。

図-3の図中の線はコーン指数 8 kgf/cm<sup>2</sup>の境界線であり、これより左側の含水比で、細粒分含有率が 50%以下の範囲が基準値を満たすことになる。

つぎに、プロクター貫入抵抗値により CBR が推定できることが報告<sup>2)</sup>されており、図-4に示すように著者らは砂から粘性土の範囲で図に示す関係を得ている。

図-5はプロクター貫入抵抗値より推定した CBR 値について、図-3と同様の整理をしたものである。この関係でもコーン指数と同じように、図中の境界線の左側の範囲で CBR 5以上が得られる。図-3、5の境界線は両図とも同一の直線であり、 $P_{0.75} = -6.15W + 240 \cdots \cdots \textcircled{1}$  (ここに細粒分含有率,  $P_{0.75}$ , 含水比,  $W$ ) で表される。

これらのことより、建設発生土と焼却灰を混合して埋戻し材料などに利用するには、細粒分含有率と含水比の調整が必要であり、細粒分含有率は焼却灰の混合割合により改良することができる。また、焼却灰は天日乾燥などで容易に含水比低下が望めるため、乾燥した焼却灰の混合により改良土全体の含水比を下げる事が可能である。

図-6は混合比 5:5 の場合について、①式の関係を利用して発生土の細粒分含有率、含水比および焼却灰の含水比の関係を示したものである。例として、図より発生土 A、D ではそれぞれ含水比が 19% と 41% の焼却灰を混合することにより所要のコーン指数および CBR を得ることができる。これにより、焼却灰の含水比低下の可能な範囲までの建設発生土が利用できることとなる。

それゆえ、このような関係を数種の混合率について用意することにより、発生土の含水比および粒度試験などの簡単な性状試験を行うだけで、利用可能な建設発生土を選択することができよう。

#### 参考文献

- 1) 建設省(1990): 総合的建設残土対策に対する報告書
- 2) 荒川裕他(1983): 火山灰土と洪積土の CBR, 農土論, No.106, pp.81~86