

多硫化カルシウム剤で処理された都市ゴミ焼却飛灰の地盤工学的性質について

佐賀大学 ○学 潮崎雄輝 佐賀大学 正 根上武仁
 佐賀大学 正 柴 錦春 日本建設技術株式会社 正 鬼塚克忠
 環境アセス 庄野彰文

1. はじめに

都市ゴミ焼却灰はそのほとんどが最終処分場で埋め立て処分されている。しかし、最終処分場の残余容量や設置場所は有限であり、環境への負荷も考慮すると、このような焼却灰のリサイクル材料としての有効利用の技術開発は急務である。このような焼却灰は、溶融してスラグ化したり、コンクリートやその他副資材を混ぜて固化・不溶化し再生土木資材化したりしてリサイクルされている。本研究では、含有される重金属が溶出しないように多硫化カルシウム剤で処理した都市ゴミ焼却飛灰について、地盤材料として検討するために基本的な物理・力学特性を調べた。

2. 試料および試験方法

佐賀市のゴミ処理焼却場からの都市ゴミ焼却飛灰を多硫化カルシウム剤で無害化処理したものを用いた。ここで、多硫化カルシウム剤とは、消石灰と硫黄を主原料とする薬剤である。この試料に対して、含水比、粒子密度、粒度を調べ、締め固め試験、透水試験、一面せん断試験、一軸圧縮試験を行った。

表-1 試料の物理特性

自然含水比 w_n (%)	12.7
粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.32
最大粒径 D_{max} (mm)	0.85
pH	8.1

3. 試験結果と考察

表-1に試料の物理特性を示す。本研究で用いた試料は多くの硫黄分を含んでおり、含水比測定の際に通常使用される乾燥炉温度(110±5℃)¹⁾では硫黄分が蒸発してしまうため正確に計測が行えない。このため、いくつかの予備試験を行い、乾燥炉温度を60±5℃で3日間乾燥したものから含水比を算出した。表-1に示した数値も含め、以降、本報中の含水比はこのようにして測定したものを示す。粒子密度は一般の土質材料に比べてやや小さい。多硫化カルシウム剤で処理されているため、pHはややアルカリ性を示す。

3-1 粒度・締め固め・透水係数

図-1は粒度加積曲線を示したものである。締め固めによる粒子破碎について検討するため、同じ試料を用いて突き固めによる締め固め後の粒度分布を示しているが、粒子破碎はほぼ生じていないと考えられる。

締め固め曲線を図-2に示す。シルトから細砂に相当する粒径分が多いことから、締め固め密度はあまり高くないことが予想された。最適含水比は47.5%とやや高く、最大乾燥密度は0.95g/cm³と低い結果となった。なお、以降に示す変水位透水試験、一面せん断試験、一軸圧縮試験の供試体作製に際しては、この最適含水比と乾燥密度になるように供試体を作製した。

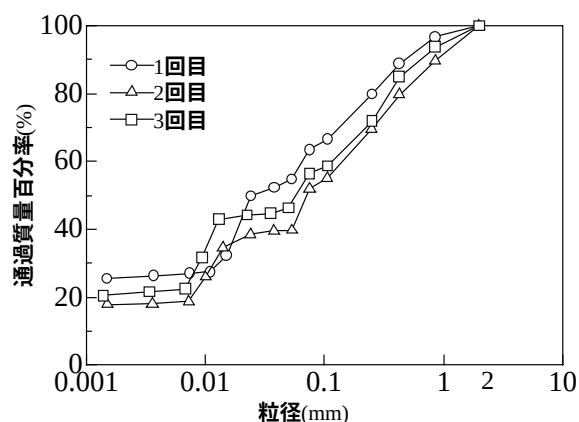


図-1 粒径加積曲線

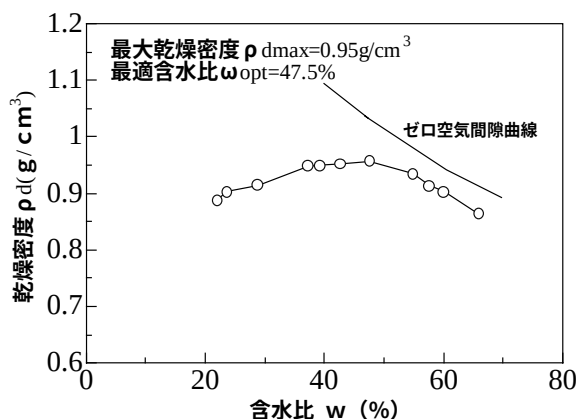


図-2 締め固め曲線

次に試料の透性を調べるため、変水位透水試験を行った。粒度試験から粘土粒子 ($5\mu\text{m}$) 以下の大きさの粒子が 20%程度含まれていることから、得られる透水係数が比較的小さく飽和しにくいことが予想された。このため、吸水脱気法を採用し、飽和のための減圧継続時間は 200 分以上とした。得られた透水係数は、微細砂に相当する $2.13 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ であった。

3-2 強度特性

図-3～5に一面せん断試験結果を示す。図-3はせん断変位とせん断応力の関係を示したものである。いずれの場合もせん断変位が 1mm 付近でせん断力が最大となり、その強度を保ったまま破壊に至る傾向が見られた。図-4はせん断変位と垂直変位の関係を示したものである。いずれの場合も最大せん断応力の付近で垂直変位は負の値をとった後急激に膨張し、せん断変位 2mm 付近で最大値を示し、試験終了までほぼ一定の値となった。図-5は、せん断応力と鉛直応力の関係を示したものである。粘着力は 49kN/m^2 、内部摩擦角は 36° となった。

図-6は一軸圧縮試験から得られた応力-ひずみ曲線を示したものである。結果より全供試体とも圧縮ひずみが 2.5%前後で最大値 20kN/m^2 前後を示した。最大圧縮応力をとった後、全供試体とも一気に破壊が生じた。いずれの供試体も明確なせん断面は見られなかった。牛島ら²⁾は、本研究で用いた試料と同じ試料について、軟弱な粘土を固化材で改良する際の補助材として有効であることを報告しているが、締固めるだけではあまり高い強度が得られないことがわかる。

4. まとめ

多硫化カルシウム剤で処理した都市ゴミ焼却飛灰の地盤工学的特性について検討を行った。本試料にはある程度の強度が期待できる。最終処分場では廃棄物処分の際にまさ土等を用いて覆土を行う。この覆土が処分場容量に大きく影響することを考えると、本研究で用いた試料は覆土としての利用が出来ると考えられる。また、本試料は、多硫化カルシウムで処理したもので硫黄を多く含みやアルカリ性を示す。日本の土壤の多くが酸性であることを考慮すると、その化学的特性についても検討が必要と考えている。

【参考文献】

- 1) 社団法人地盤工学会 土質試験「試験と手引き」pp91-pp101 pp120-134.
- 2) 牛島正悟、鬼塚克忠、根上武仁、馬高峰：無害化した都市ゴミ焼却飛灰と固化材で改良した有明粘土の溶出特性、平18年度土木学会西部支部研究発表会集, pp437-pp438, 2007.

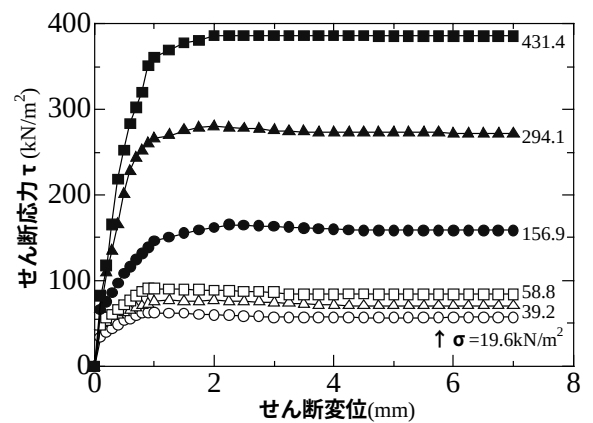


図-3 せん断変位とせん断応力の関係

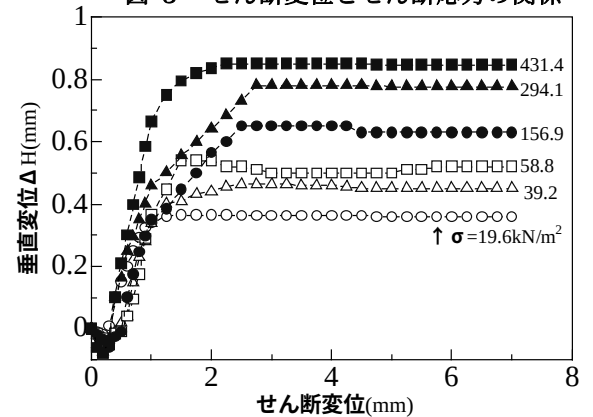


図-4 せん断変位と垂直変位の関係

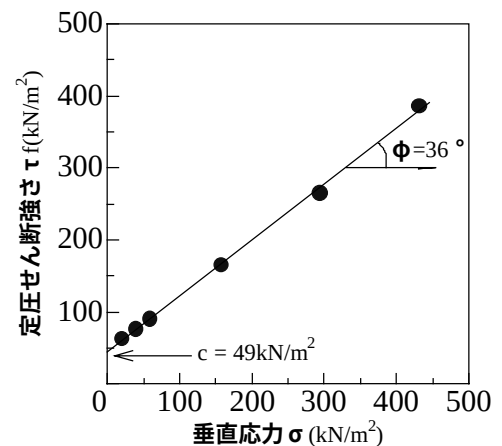


図-5 せん断応力と鉛直応力の関係

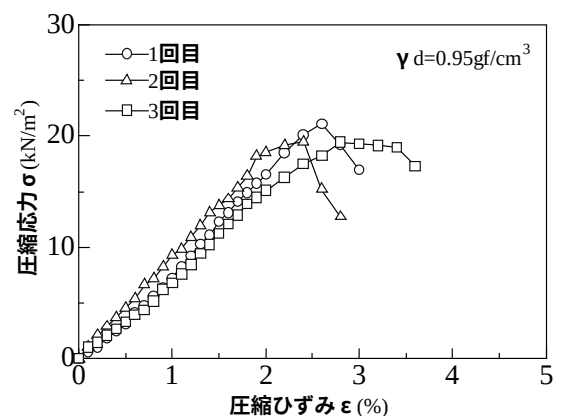


図-6 応力-ひずみ曲線