

III-30

浄水汚泥脱水ケーキの有効利用に関する基礎研究

日本大学大学院 学生員 ○會津 大三
日本大学工学部 正会員 古河 幸雄

1. はじめに

浄水汚泥は産業廃棄物になる。その処分方法は表-1¹⁾に示す通り「埋立て」、「有効利用」、「その他」で有効利用の割合は年々増加の傾向はあるものの依然として大半が埋立て処理されている。また、浄水処理にかかわる費用も年々増加傾向である。こういった現状から浄水汚泥の有効利用の促進は汚泥の処分方法として重要性を増しているが、現時点における有効利用が栽培土としての利用が中心であり、これ以外の利用、浄水汚泥の土木材料としての利用等の促進が今後の課題といえる。

本研究では、地盤材料としての浄水汚泥の利用に着目し、改良材を用いた汚泥の改良を試みたものである。

2. 試料および実験方法

(1) 試験試料

試料は、福島県郡山市水道局豊田浄水場（以下、豊田）と堀口浄水場（以下、堀口）の浄水汚泥である。浄水場から採取したときの浄水汚泥として排出されたものは高含水比で脱水ケーキと言われるもので、形は板状になっている。採取した試料の保存方法は、浄水汚泥を砕き9.50mmふるいを通過させ、含水比が変化しないようにビニール袋で密封した。粒径加積曲線は図-1である。この浄水汚泥は、200%を超える含水比を持ち、塑性図上の位置ではMHに分類される。脱水ケーキ時では、湿潤密度が約1.1、乾燥密度は約0.3前後であり通常の地盤土に比べ著しく小さいことがわかる。強熱減量は約20～30%あり有機分が多く、それが土粒子の密度が約2.4前後と小さくなっている理由と考えられる。一方、粒度分布では最大粒径が0.425mm程度と小さい値を示し、大半はシルト以下の粒径である。

(2) 実験方法

脱水ケーキの力学的特徴を調べる目的で以下を行なった。締固め試験はA-c法で行ない、解砕した脱水ケーキの締固め状態とその強度を調べるため、15cmモールド、4.5kgランマーを用いて一層あたり20、40、

表-1 浄水汚泥の処分方法

処分方法	処分量(万t/年)	構成割合(%)
埋め立て	15.2	57.4
有効利用	8.4	31.6
その他	2.9	11.0
計	26.5	100.0

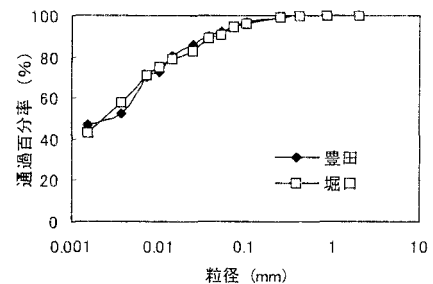


図-1 粒径加積曲線

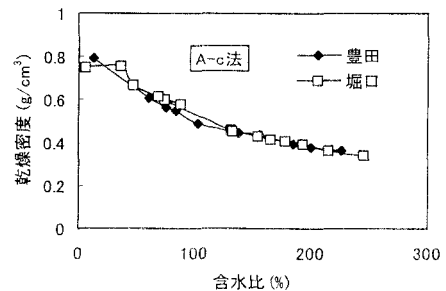


図-2 締固め曲線

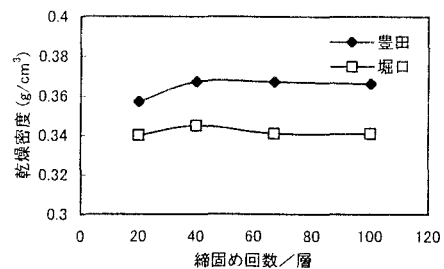


図-3 締固め回数と乾燥密度

67, 100 回 (3 層) の 4 種類に締固めエネルギーを変化させ、4 日水浸後 CBR 試験を実施した。脱水ケーキは比較的硬いことから鋭敏比を調べるため、乱さない試料と乱した試料で一軸圧縮試験を行った。乱した試料の作製は締め固めて行ない、直径 5cm モールド、0.95kg ランマー、落下高さ 12cm を用い、落下回数を豊田は 1 層 30 回 (3 層)、堀口は 1 層 10 回 (3 層) で乱さない試料と同じ湿潤密度になる。また、地盤材料としての適否を判定するために CBR 試験を行ない、15cm モールド、4.5kg ランマーを用い、1 層 67 回 (3 層) で締め固めた。これは、解砕した脱水ケーキと 5 種類の改良材を混ぜた試料で行ない、改良材を添加したものは、添加後試料と改良材を混ぜた後、7 日間常温で養生し、その後締め固めて 4 日間水浸して貫入試験を行った。改良材は、普通ポルトランドセメント、高炉セメント B 種、ジオセメント 10 (太平洋セメント株式会社)、ユースタビラー L (宇部三菱セメント株式会社)、生石灰である。また、改良材の添加率は乾燥土試料に対する質量比で、10、20、30、50%とした。試料は浄水汚泥と改良材を混ぜた後、ビニール袋で密封した。

3. 浄水汚泥の性質

図-2 は締固め曲線である。両試料ともほぼ近似した傾向であり、含水比が低下するに従い乾燥密度が大きくなる。締固め曲線のピークは確認することが出来なかった。図-3 は一層当たりの締固め回数と乾燥密度の関係である。両試料とも締固め回数に大きく左右されない傾向を示している。図-4 は締固め回数と CBR の関係である。図-3、図-4 では豊田より堀口の方が乾燥密度、CBR 値ともに小さい。また両試料ともに、締固め回数の増加とともに CBR が小さくなって、オーバーコンパクション現象が認められる。

一軸圧縮試験の結果より、豊田の場合、乱さない試料の一軸圧縮強さは 400kN/m^2 で、乱した試料では 72.1kN/m^2 で、鋭敏比は 5.54 である。堀口の乱さない試料の一軸圧縮強さは 251.5kN/m^2 で、乱した試料は 65.8kN/m^2 、鋭敏比は 3.82 である。豊田と堀口で強度に差があるのは浄水場で浄水汚泥作成時の加圧条件が 120kN/m^2 、 80kN/m^2 と違うことが理由と推測できる。

4. 有効利用に関する検討

浄水汚泥だけの場合、地盤材料として不適当と判断されるので、浄水汚泥に改良材を加えることにより改良し、地盤材として利用できるか検討する。図-5 は、

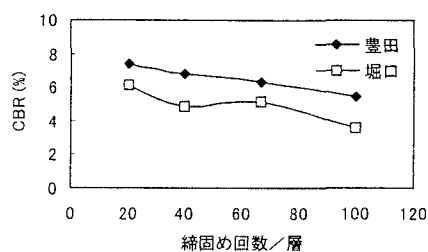


図-4 締固め回数とCBR

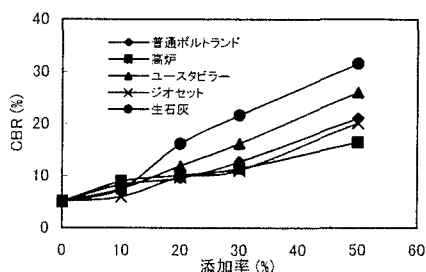


図-5 添加率とCBRの関係

乾燥土質量に対する改良材の添加率と CBR の関係を示している。全ての改良材において、添加率の増加とともに CBR も大きくなり、中でもユースタビラー L と生石灰が最も大きくなる特徴を示し、それ以外の改良材は、ほぼ同程度の増加傾向を示している。このことから、浄水汚泥にセメントなどの改良材を加えることにより、地盤材料として改良できることが期待できる。改良材を加えた場合のコンシステンシーは、添加率の増加とともに塑性指数は小さくなり、改良効果がコンシステンシーにも現れていることが分かった。

5. まとめ

本研究では、浄水汚泥の物理的性質を調べること、改良材を加えた試料の CBR の増減によって地盤材料への改良効果の確認を目標としてきた。浄水汚泥は 200% を超える高い含水比で、浄水汚泥の粒径は 90% 以上が 0.1mm 以下と小さいことがわかった。これに改良材を加えると、改良材の添加率の増加とともに CBR も増加し、特に生石灰は他の改良材に比べ改良効果が高いことがわかった。

7. 参考文献

1. 日本水道協会：平成 8 年度水道統計、施工・業務編
2. 日本水道協会：水道施設設計指針・解説