

コーン指数を用いた浄水汚泥の地盤材料としての評価

茨城大学 学生会員 蛭田俊明 正会員 小峯秀雄
 フェロー会員 安原一哉 正会員 村上 哲
 学生会員 渡邊保貴 ベジェヒョン
 日立市 非会員 鹿志村清勝 豊田和弘

1. 背景と目的

水道事業の浄水処理過程で排出される浄水汚泥は、取水した原水中の微細な不純物を凝集させたものである。現在、産業廃棄物として扱われている浄水汚泥は、最終廃棄物処分場の確保が困難であることや、その処理コストの面からも有効利用方法の多様化が望まれている。そこで、浄水汚泥を道路の盛土材、埋戻し材、河川堤防、土地造成などの地盤材料として利用する場合の品質評価をすることが必要であり、本研究では締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1288)¹⁾に着目した。そして、本研究では浄水汚泥の実際の脱水処理プロセスを想定して、様々な含水比の浄水汚泥で締固めた土のコーン指数試験を行うことにより、コーン指数と含水比の関係を調査し、浄水汚泥を地盤材料として利用する場合の前処理としての脱水および含水比調整について検討した。

2. コーン指数試験の概要

2.1 試験に用いた試料

本研究で使用する浄水汚泥は日立市森山浄水場で排出されるものを対象とする。比較対象には関東ロームを用いた。その理由は、関東ロームが原水の流れる一級河川久慈川の河床を構成する土粒子だからである。

それぞれの基本的性質を表 1 に示す。表 1 から、浄水汚泥は関東ロームと比べ土粒子の密度が小さく、強熱減量が大きいことから、軽量で有機物が多く含まれた材料であると考えられる。液性限界・塑性限界は関東ロームと比較すると高く、塑性指数も大きいことから保水性の高い材料であると考えられる。しかし、自然含水比(含水比 20%以下)まで乾燥させることで砂状の性質を示し、再び泥状に戻らないなど、状態変化を起こしにくい性質を呈する²⁾。

2.2 試験方法

試験方法は締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1288)¹⁾に準拠した。本研究では、1(cm/s)で貫入できる自動コーン貫入装置を用いて試験を行った。供試体は突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)¹⁾の呼び名 A 法に則って作製し、泥状の試料を乾燥する過程で試験を行う A-c 法(湿潤法)と、自然含水比(含水比 20%以下)まで乾燥させた試料に加水する A-b 法(乾燥法)の 2 種類の含水比調整方法で試験を行った。試料の含水比調整方法を 2 種類にした理由は、浄水汚泥は自然含水比まで乾燥させることで性質が変化するためである。

3. 試験結果及び考察

3.1 突固めによる土の締固め試験

図 1 は、浄水汚泥の突固めによる土の締固め試験より得られた締固め曲線である。A-b 法では最適含水比 43%、最大乾燥密度 0.956(g/cm³)を得た。A-c 法では含水比の低下に伴い乾燥密度は増加する傾向が認められた。試料の含水比調整方法の差異による締固め特性の違いとしては、自然含水比まで乾燥させてから試験を行う A-b 法の方が、含水比の変化に伴う乾燥密度の変化が小さいため、含水比の変化の影響を受けにくく、安定した性質を示すといえる。

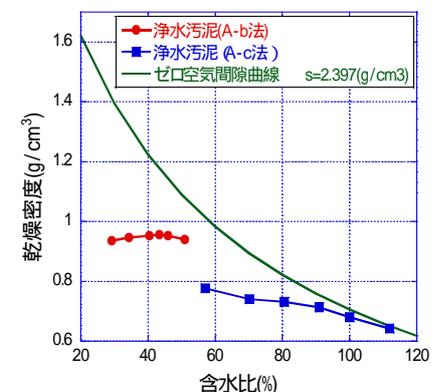


図 1 含水比と乾燥密度の関係

3.2 締固めた土のコーン指数試験

図 2, 図 3 は A-b 法, A-c 法によるコーン指数試験より得られたコーン指数と含水比の関係である。

浄水汚泥を A-b 法で試験を行った場合のコーン指数は, 含水比の上昇に伴い, 低下していることが分かる。図 1 の含水比による乾燥密度の変化の傾向と, 含水比によるコーン指数の変化の傾向が一致しないのは, 供試体の強度が締固め特性だけでなく, 含水比の影響を受けるためと考えられる。次に, 関東ロームと浄水汚泥を比較すると, コーン指数は関東ロームの方が大きい, 含水比の変化に伴うコーン指数の変化の幅は浄水汚泥の方が小さいという傾向が認められた。したがって, 自然含水比まで乾燥させた浄水汚泥を地盤に適用した場合は, 関東ロームよりも降雨等による含水比の変化が強度に与える影響は小さいと推察される。

浄水汚泥は排出時に含水比が 100~200% と高いため, 乾燥にかかる時間を考慮すれば, 簡易な乾燥作業で使用できることが望ましい。そこで, 本研究では締固めた土のコーン指数試験で第 2 種建設発生土に分類されるコーン指数 800(kN/m²) を目標とした。図 1, 図 3 から, A-c 法において浄水汚泥は含水比が約 110% でコーン指数 800(kN/m²) 以上となり, 含水比の低下に伴い乾燥密度, コーン指数が増加する傾向が認められた。次に関東ロームと浄水汚泥を比較すると, 含水比の低下に伴いコーン指数の増加が認められた。しかし, A-b 法と同様に, 関東ロームは含水比の変化によるコーン指数の変化の幅が浄水汚泥と比べ大きく, 含水比の増加に伴い粘性を帯び, 含水比が約 100% の時にはコーン指数が 800(kN/m²) を下回り, 680(kN/m²) となり, 一方で, 浄水汚泥は含水比が約 100% で 1390(kN/m²) を示した。

また, より高い含水比の浄水汚泥を使用する方法として, 中村ら³⁾は浄水汚泥に高分子吸水材と生石灰を添加し, 粒状改良を行った後に, 建設発生土とを混合することで, 含水比 200 以上の浄水汚泥を第 4 種改良土から, 第 2 種改良土に分類できるまでにコーン指数を改善している。したがって, 効率よく浄水汚泥を利用するためには, 他の試料との混合についても検討する必要がある。

4. 結論

浄水汚泥は, 自然含水比(含水比約 20%)まで脱水されることで, 第 2 種建設発生土に該当するコーン指数を示すことがわかった。また, 浄水汚泥の乾燥に必要な時間を考慮すると, 簡易な脱水作業で利用できるのが望ましく, 含水比を約 110%まで低下させることで, 第 2 種建設発生土に該当するコーン指数を示したため, 高含水比でも地盤材料として利用が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 「土質試験の方法と解説」改定編集委員会：土質試験の方法と解説, 地盤工学会, pp. 252-273, 2000。
- 2) 渡邊保貴, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上哲, 豊田和弘：アルミニウムイオン溶出の観点における浄水汚泥の道路の路盤・路床材料としての利用の検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, 2007
- 3) 中村公亮, 佐藤研一, 藤川拓郎, 長浜武知, 木之下盛博：浄水汚泥を用いた粒状改良土の材料特性, 第 40 回地盤工学研究発表会, pp595-596, 2005。

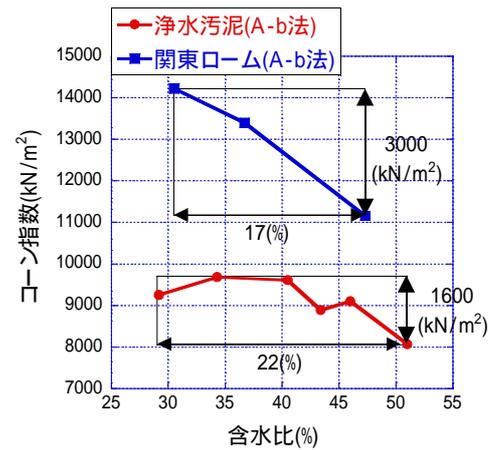


図 2 コーン指数と含水比の関係(A-b 法)

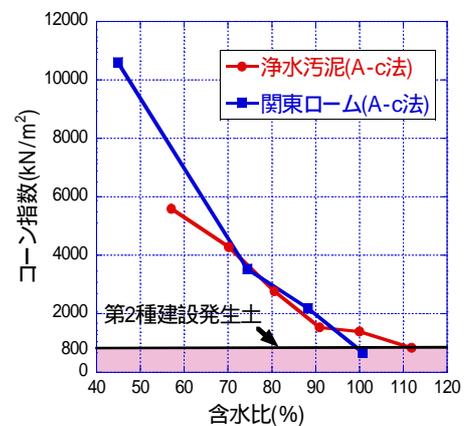


図 3 コーン指数と含水比の関係(A-c 法)