

コーン指数試験による浄水汚泥の材料特性の調査

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

茨城県日立市 非会員 豊田和弘

1. はじめに

浄水汚泥は、水道事業によって排出される産業廃棄物であり、道路構成材料などの地盤材料としての有効利用が期待されている。したがって、浄水汚泥の地盤材料としての性質を把握する必要がある。本研究では、浄水汚泥の基本的性質および力学的特性を調査し、浄水汚泥の地盤材料としての評価を行った。また、施工時には浄水汚泥を現地発生土と混合して利用することが検討されているため、混合土の材料特性についても調査を行った。

2. 浄水汚泥の基本的性質

表 - 1 試料の基本的性質

試料名	浄水汚泥A	浄水汚泥B	浄水汚泥C	関東ローム
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.48	2.40	2.57	2.73
液性限界 $w_L(\%)$	330	209	224	119
塑性限界 $w_P(\%)$	167	129	144	76
塑性指数 $I_P(-)$	163	80	80	43
強熱減量 $L_d(\%)$	25.9	18.2	22.3	14.2

本研究で対象とする浄水汚泥は、一級河川・久慈川の原水中の微細物質から構成されている。したがって、浄水汚泥には河床の土粒子も含まれているため、その性質は久慈川の河床を構成すると考えられる関東ロームと比較するのが適当である。それぞれの基本的性質を表 - 1 に示す。浄水汚泥は関東ロームと比べ土粒子の密度が小さく、強熱減量が多いことから、軽量で有機物が多く含まれた材料であると考えられる。浄水汚泥の液性限界・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。また、浄水汚泥は発生時期により、その基本的性質が変化することがわかっている¹⁾。表 - 1 の浄水汚泥 A は天日乾燥床の浄水汚泥であり、浄水汚泥 B および C は天日乾燥床から掘り起こした際に、排水層として設けられている砂分が含まれている仮処理の浄水汚泥である。図 - 1 に示す粒度分布を比較すると、浄水汚泥 B および C は浄水汚泥 A と比べ、砂分が多く含まれていることがわかる。本研究では、仮処理の浄水汚泥 B および C を用いて試験を行った。

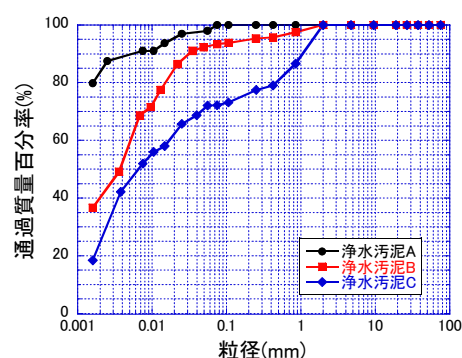


図 - 1 浄水汚泥の粒度分布

3. 浄水汚泥の力学的特性

本研究では、力学的特性の評価方法として建設発生土の土質区分に用いられる締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1288 : 1999)を選定した²⁾。浄水汚泥は、仮処理天日乾燥床からの排出時には泥状であるため、天日乾燥に要する時間を考慮すると、必要な強度が得られる含水比を求める必要がある。強度と含水比の関係を把握することは、脱水作業にも反映させることができ、より効率的な有効利用体系を構築するために必要なことである。図 - 2 は表 - 1 に示す仮処理の浄水汚泥 B および C の乾燥過程におけるコーン指数と含水比の関係である。浄水汚泥の比較対象として基本的性質と同様に関東ロームに

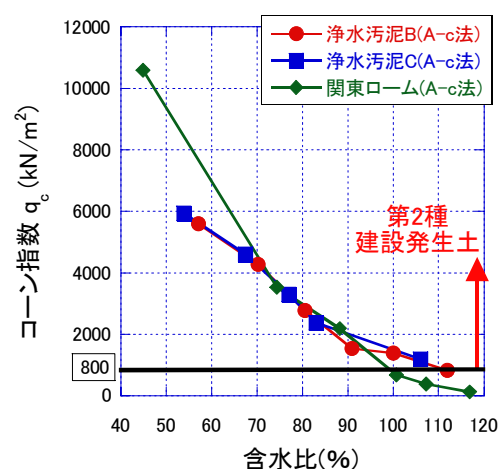


図 - 2 コーン指数と含水比の関係

キーワード 浄水汚泥 コーン指数 廃棄物 連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1

茨城大学工学部 防災・環境地盤工学研究室 TEL0294-38-5162 E-mail : 08nm819n@hcs.ibaraki.ac.jp

についても同様の試験を行った。図 - 2 から、それぞれの試料において含水比の低下に伴い、コーン指数の増加が確認された。したがって、浄水汚泥においても関東ロームのような一般の土質と同様に含水比を調整することで地盤材料として利用できると考えられる。

図 - 3 は表 - 1 に示す浄水汚泥 B, C および関東ロームのコーン指数と乾燥密度の関係である。図 - 3 より、浄水汚泥は関東ロームと比べ、第 2 種建設発生土に分類されるコーン指数 800 kN/m^2 以上を示す乾燥密度が小さい傾向が確認された。したがって、浄水汚泥は関東ロームと比較して、小さい乾燥密度で良好な力学的特性を示すと言える。これは、施工性を考えた場合、非常に有意な結果であると考えられる。乾燥密度が小さい要因としては、浄水汚泥は土粒子よりも軽い有機物を多く含んでいることが考えられる。そして、乾燥密度が小さい状態でも良好な力学的特性が得られる要因としては、凝集剤(PAC)の作用により形成される架橋結合により、土粒子の骨格が維持されることが考えられる。しかし、多量に含まれる有機物の分解や、水との接触による架橋結合の破壊³⁾による将来的な力学的特性への影響が懸念されているため、今後十分な検討が必要である。

4. 現地発生土との混合

施工時には浄水汚泥を現地発生土と混合して利用することが検討されているため、関東ロームと浄水汚泥の混合土についても力学的特性の調査を行った。図 - 4 は、含水比約 100%で軟弱な関東ロームと、含水比低下によってコーン指数を 1000 kN/m^2 程度まで改善した浄水汚泥の混合率を変化させた場合のコーン指数試験結果である。図 - 4 より、浄水汚泥の混合率が増加すると、それに伴いコーン指数も増加する傾向が認められた。したがって、発生した関東ロームの状態や混合後の利用法に応じて、浄水汚泥の含水比や混合率を変化させることにより、関東ロームおよび浄水汚泥の効率的な利用が可能であると考えられる⁴⁾。

また、前節で述べた通り、浄水汚泥は関東ロームと比較して小さい乾燥密度で同程度のコーン指数を示すため、関東ロームの強度改善のみならず、混合土の軽量化による施工性の向上も期待できる。したがって、関東ロームのような軟弱な土質に対して浄水汚泥は非常に有効な改良材であると考えられる。そして、良質な現地発生土との混合は、浄水汚泥単体での利用と比較して有機物の分解などの将来的な影響を緩和することも期待できる。

5. 結論

1. 浄水汚泥は関東ロームのような現地発生土と同様に、適切に含水比を調整することで様々な地盤材料として利用が期待できる第 2 種建設発生土に分類されるコーン指数 800 kN/m^2 以上を得ることができる。
2. 浄水汚泥は関東ロームと比較して土粒子の密度が小さく、同程度のコーン指数を示す乾燥密度が小さいため、軽量の地盤材料である。そして、軟弱な現地発生土に対しては有効な改良材であると考えられる。

〈参考文献〉 1) Watanabe, Y., Komine, H., Yasuhara, K., Murakami, S., Kashimura, K. and Toyoda, K. : Degradation mechanism of drinking water sludge by interaction with water, Geo-Environmental Engineering 2008, pp. 45-50, 2008. 2) 独立行政法人土木研究所：建設発生土利用技術マニュアル(第 3 版), 財団法人土木研究センター, pp.27-84, 2004. 3) 渡邊保貴, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上哲, 鹿志村清勝, 豊田和弘：水との相互作用による浄水汚泥の劣化メカニズム, 第 43 回地盤工学会研究発表会講演集(CD-ROM), 2008. 4) 蛭田俊明, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上哲, 鹿志村清勝, 豊田和弘：浄水汚泥との混合による関東ロームのコーン指数の改善効果, 第 43 回地盤工学会研究発表会講演集(CD-ROM), 2008.

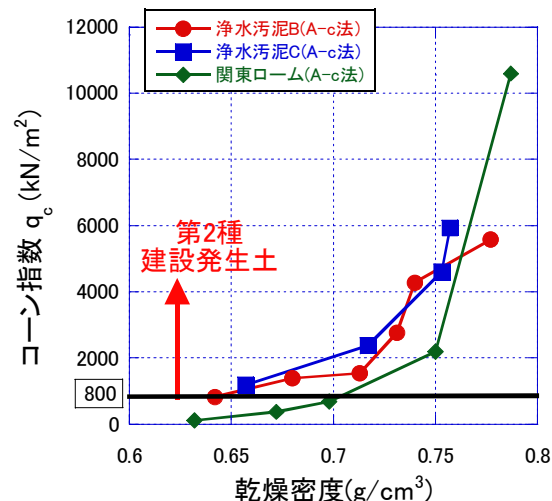


図 - 3 コーン指数と乾燥密度の関係

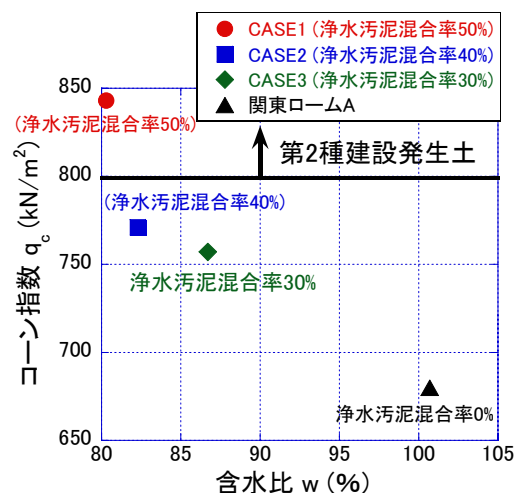


図 - 4 関東ロームと浄水汚泥の混合試験結果⁴⁾