

九州・山口の浄水汚泥脱水ケーキの有効利用の現状と粒度分布

九州産業大学 学生会員 松尾智史
九州産業大学 正会員 松尾雄治

九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 学生会員 河野拓馬

1. はじめに

浄水汚泥は水道事業における浄水過程で発生する産業廃棄物である。浄水汚泥はグランド用土、セメント原料、埋め立て等に有効活用されてきたが、最近では路床材としての利用についても詳細な検討が行われている¹⁾。

本研究では、九州・山口における浄水汚泥脱水ケーキ（以下、浄水汚泥）の利用の現状を把握するためにアンケート調査を実施し、結果を分析した。その結果よりいくつかの浄水場より浄水汚泥を採取し、物理特性、特に粒度分布に着目をした検討を行った。

2. 浄水汚泥の有効利用に関する現状

九州・山口の浄水場管理者 127 箇所にて浄水汚泥の有効利用に関するアンケート調査を行い、107 箇所より回答を得た。質問の内容は、Q1.脱水前の処理方法、Q2.浄水汚泥の処理方法、Q3.有効利用の割合、Q4.有効利用の用途、Q5.有効利用における問題点、Q6.有効利用の拡大に向けて、今後どのようなシステムが必要か、Q7.その他である。

Q1～Q4の結果を図-1に示す。脱水前の処理方法(Q1)については、約 5 割の浄水場では高分子凝集方法であった。浄水汚泥の処理方法(Q2)については、約 7 割が天日乾燥処理を行っており、加圧脱水処理を併用している施設を含めると約 9 割の浄水場が天日乾燥処理を行っているのがわかる。有効利用の割合(Q3)については、約 5 割の施設から 80%以上有効利用している

との回答があった。Q4によると有効利用の用途としてセメント原料や埋め立て処分等が挙げられた。九州・山口では処分地や農地が十分にあり、北部九州ではセメント工場が多いことからこのような結果が得られたものと考えられる。しかし、セメント原料とした場合には排出者側が費用を負担することになり、有効利用とは言い難い面もある。有効利用の問題点(Q5)については、「含水比の管理が難しい」、「薬品成分が残留している」等の意見が多かった。有効利用の拡大(Q6)やその他(Q7)については、付加価値を高める他分野への有効利用研究の推進や地方の各小規模自治体が活用しやすいシステムの構築が必要等の意見があった。これらの意見は、建設汚泥の有効利用拡大に対する意見と同様のものである。地下水を水源としているため浄水汚泥が発生しないという回答が 20 箇所より得られた。

3. 実験試料の特徴

アンケートの結果より 8 か所の浄水場を選定し、そのうち写真-1、表-1 に示す 5 か所より試料を提供いただいた。KI、KH、KA は同一市内の浄水場より発生した浄水汚泥である。浄水汚泥は本来水道原水内に混

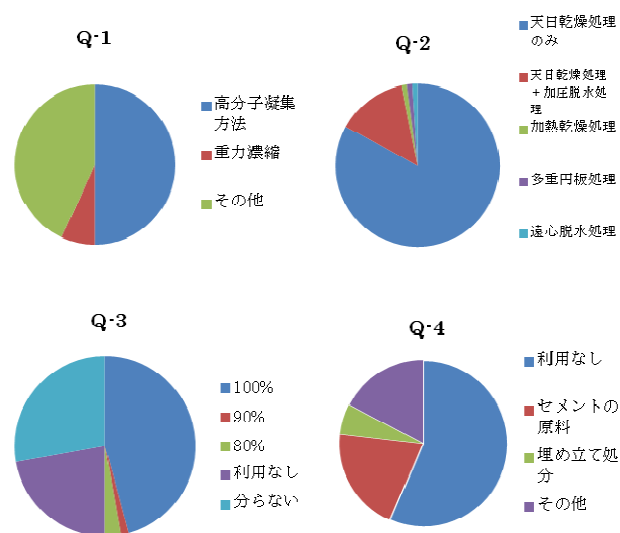


図-1 アンケート Q1～4 の回答

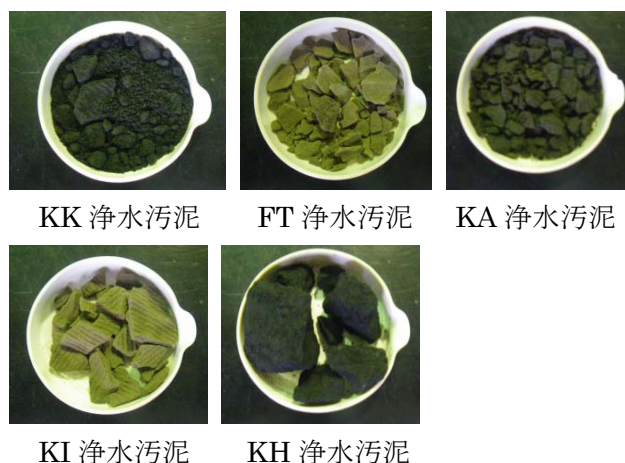


写真-1 浄水汚泥の外観（容器の直径 70mm）

在する浮遊物であるから粒度はシルト～粘土であるはずである。しかし、薬品による凝集とその後の強制脱水過程を経ることで、強く団粒化した扁平な砂礫状を示していることが多い。KK 浄水汚泥は浄水場内で破碎処理を行っており、比較的通常の土砂に近い形状を示している一方で、KH 汚泥は長時間型脱水で厚さ 20mm 程度の大きなブロックである。

JIS A 1204（以下、JIS 法）に基づいた粒度試験によると図-5 に示すように細粒分が多く、砂、シルトに分類されることがわかる。

4. みかけの粒度

JIS 法によって求めた粒度を「真の粒度」とした場合、実際に利用するときの粒度は十分に分散されていない団粒状態の「見かけの粒度」といえる。地盤材料としての特性を評価するためには見かけの粒度が重要であると考え、散水式振動ふるいを用いた粒度試験（以下、散水法）を行った。散水式振動ふるいは、湿潤試料を用い積み重ねたふるい（19mm～0.075mm）の最上部から水を噴霧させ、振動と水の流れによってふるいわけを行う装置である。0.075mm 以下の粒子は下部の排出口から水と一緒に排出されるため、大きな容器に貯め、沈降濃縮させたものを用いて沈降分析を行った。

JIS 法と散水法による粒径加積曲線を図-5 に示す。散水法による粒度は JIS 法の粒度に比べ、大幅に粗粒分が多くなっていることがわかる。その差異を示したものが図-6 である。粒径変化量とは、ある通過質量百分率における JIS 法による粒径と散水法による粒径の差である。KK 脱水ケーキはもともと破碎されているので粒径変化量が小さいが、そのほかの脱水ケーキは通過質量百分率が小さくなるにつれて、粒径変化量が小さくなっているもののその程度は異なっている。

5. まとめ

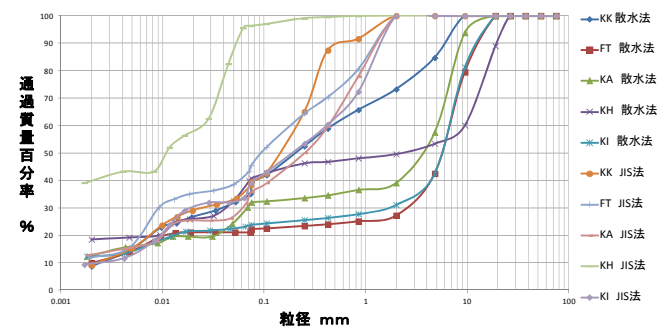
今回採取した浄水汚泥は JIS A 1204 で粒度試験を行うとすべて 2mm 以下の粒径を示したが、散水式振動ふるいで粒度試験を行った結果、粒径が広い範囲にわたって分布し、締固め特性に良い土であることがわかった。浄水汚泥は締固めることにより団粒構造は破壊されるが、詳細は別報²⁾で述べる。ただし、長時間型脱水の KH 浄水汚泥は自然状態では含水比が非常に高いうえ、土塊が大きいため地盤材料としては扱いにくいのが問題である。

謝辞: 本研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究（C）による研究成果の一部である。また、アンケート調査や試料採取に際し、多くの浄水場関係者にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

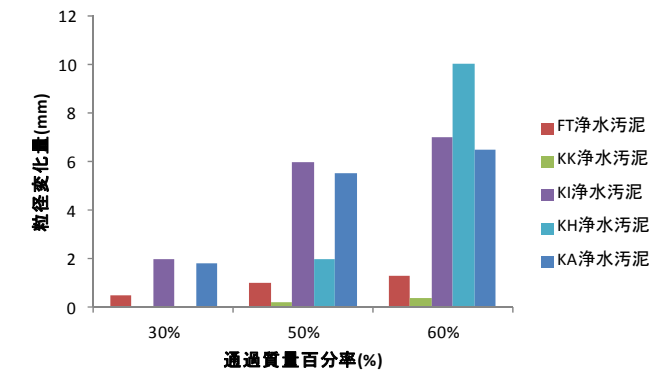
参考文献: 1) 磯秀幸、渡邊保貴、小峯秀雄・村上哲・豊田和弘：砂質土と混合した浄水汚泥の室内 CBR 特性および路床材としての品質管理方法の提案、第 9 回環境地盤工学シンポジウム論文集、pp.99-102、2011.10。
2) 河野拓馬・林泰弘・松尾雄治・松尾智史：初期含水比の異なる浄水汚泥脱水ケーキの締固め特性、平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、投稿中、2012.3。

表－1 浄水汚泥の特徴

	FT 浄水汚泥	KK 浄水汚泥	KI 浄水汚泥	KH 浄水汚泥	KA 浄水汚泥
自然含水比 w %	108.2	124.0	106.0	176	171.3
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.145	2.099	2.403	1.755	2.362
液性限界 W_L %	170.3	186.7	167.1	195.8	265.1
塑性限界 W_P %	150	164.6	144.1	158.1	192.8
塑性指数 I_P %	20.3	22.1	22.9	37.7	72.3
強熱減量 L_i %	26.84	35.40	25.24	58.44	36.94
pH	6.16	6.77	5.92	7.24	6.49
脱水前処理方法	重力濃縮法	高分子凝集剤処理	なし	なし	なし
浄水汚泥の処理方法	加圧脱水処理	天日乾燥処理 加圧脱水処理	短時間型脱水処理	長時間型脱水処理	短時間型脱水処理
有効利用の割合	100%	回答なし	100%	0%	100%
有効利用の用途	グランド改良材	セメント原料	なし	回答なし	園芸用



図－5 粒径加積曲線の比較



図－6 ある通過質量百分率における粒径変化量