

締固めた浄水汚泥の力学特性に及ぼす含水比の影響

九州産業大学 学生会員 原口盛寛
九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 正会員 松尾雄治

1. はじめに

水道事業の浄化処理過程において発生する浄水汚泥は、産業廃棄物に分類されている。従来からグランド用土、セメント原料、埋立てなどに活用されているが、用途拡大のため、路床などの道路材料としての有効利用に関する研究もおこなわれている¹⁾。

本研究では浄水汚泥脱水ケーキ（以下、浄水汚泥と表す）を締固めることで道路路床材として有効利用することを検討した。浄水汚泥は、水道原水内に浮遊する微細粒分を薬剤により凝集し、その後強制脱水過程を経ることで、粒子間が強く固結・団粒化した扁平な砂礫状を呈していることが多い。しかし、含水比は極めて高く、乾燥による含水比の経時変化とそれに伴う性状の変化が締固めた浄水汚泥の力学特性に影響を及ぼすことが懸念される²⁾。そこで、試料の含水比を変えて締固めた浄水汚泥の透水試験、CBR 試験を行うことで力学特性への影響を調べた。

2. 対象試料の物理特性

研究対象試料として、福岡県内 3 か所の浄水場より採取した KI 浄水汚泥 ($w_n=94.4\%$, $w_L=175.6\%$ 、 $w_P=120.5\%$)、KA 浄水汚泥 ($w_n=171.5\%$, $w_L=290.9\%$ 、 $w_P=147.0\%$)、FT 浄水汚泥 ($w_n=105.8\%$, $w_L=217.1\%$ 、 $w_P=148.1\%$) を用いた。 w_n は試料の採取時の含水比であるが、保管時の乾燥の影響を検討するために、試料を空気乾燥した。目標の含水比を設定するにあたっては、相対的な試料の硬さを示す指標であるコンシステンシー指数を参考にした。本研究で設定した含水比とコンシステンシー指数の関係を図 1 に示す。

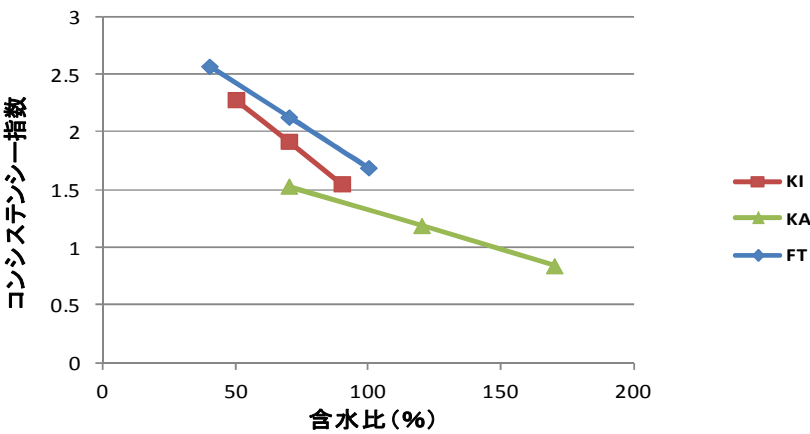


図 1 含水比とコンシステンシーの関係

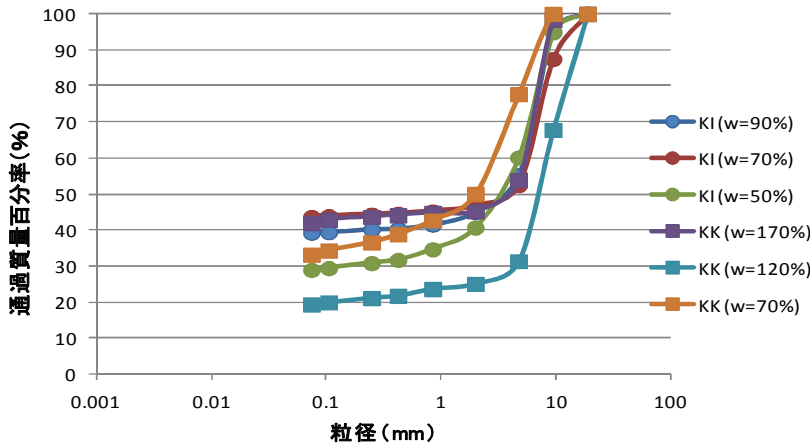


図 2 粒径加積曲線（散水式試験）

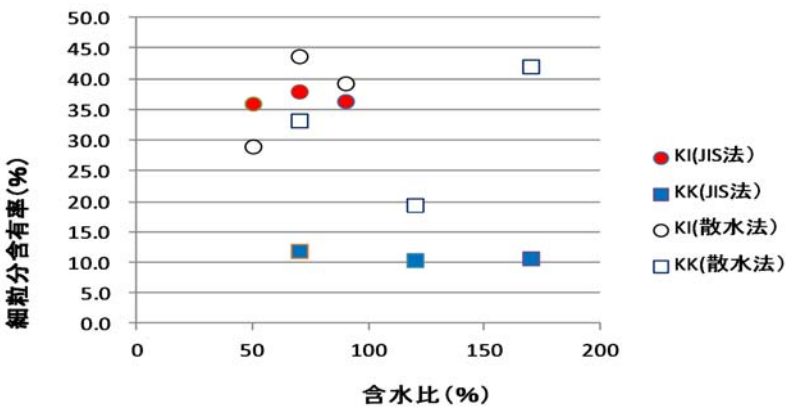


図 3 含水比と細粒分含有率の関係

表 1 実施した締固め仕事量の一覧

		0.8Ec	1.0Ec	2.0Ec	3.3Ec	4.5Ec
透水試験			0			Δ
CBR試験	修正CBR	0		0		0
	設計CBR				0	

比の土塊に及ぼす影響は明確でなく、ばらつきが大きいことがわかる。図 3 に JIS A 1223：2009 による細粒分含有率の結果を比較すると散水法のばらつきは大きく、試料によっては細粒分を多めに評価しているものもある。

3. 力学特性

透水試験と CBR 試験を実施する際、土塊の破碎の程度は締固め仕事量に依存するため、表 1 に示す異なる仕事量で締固めを行った。ここで、1.0Ec とは JIS A 1218：2009 に基づく透水試験の締固め仕事量 $E_c=550 \text{ kJ/m}^3$ を基準 (1 Ec) として表記しており、0.8、2.0、4.5Ec は修正 CBR 試験、3.3Ec は設計 CBR の仕事量に相当する。

締固め仕事量と締固めた供試体の乾燥密度の関係を示したものが図 4 である。締固め仕事量が大きくなるにつれ乾燥密度も大きくなっており、含水比を下げたことによって乾燥密度が大きくなっている。

変水位透水試験によって得られた透水係数を図 5 に示す。含水比が高い場合には締固め仕事量大きいほど透水係数が小さくなったが、含水比が小さくなるにつれその差は小さくなった。これは、乾燥によって土塊の強度が大きくなったことで締固めに影響を及ぼしたためと考えられる。

CBR 供試体の水浸時の膨張比を締固め仕事量との関係で示したものが図 6 である。締固め仕事量 0.8Ec の膨張比が最も大きいですが、締固め仕事量を増やしても膨張比はそれほど変化しなかった。含水比が低いほど膨張比が大きくなったが、すべて 3%以下に収まっている。図 7 に締固め仕事量と CBR の関係を示す。締固め仕事量が大きくなるほど CBR は大きくなっており、その傾向は含水比が低いほど顕著である。道路路床材としての基準 ($CBR \geq 5\%$) は $w=50\%$ の 0.8Ec で締固めたものを除いて基準値を満たしていた。

4. まとめ

含水比の異なる浄水汚泥を異なる仕事量で締固め、透水係数、CBR を求めた。含水比を低くした場合に締固め仕事量を大きくしても透水係数に影響は見られなかったが、CBR は大きくなった。透水係数を小さくする場合には、含水比を低下させず大きな仕事量で締固める必要があることがわかった。締固めによって浄水汚泥は道路路床材として活用できるものと考えられる。

参考文献：1)たとえば、磯秀幸ら：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)松尾雄治・林泰弘：浄水汚泥の締固めに及ぼす試料含水比の影響について、第 47 回地盤工学研究発表会、pp.463-464,2012.7.

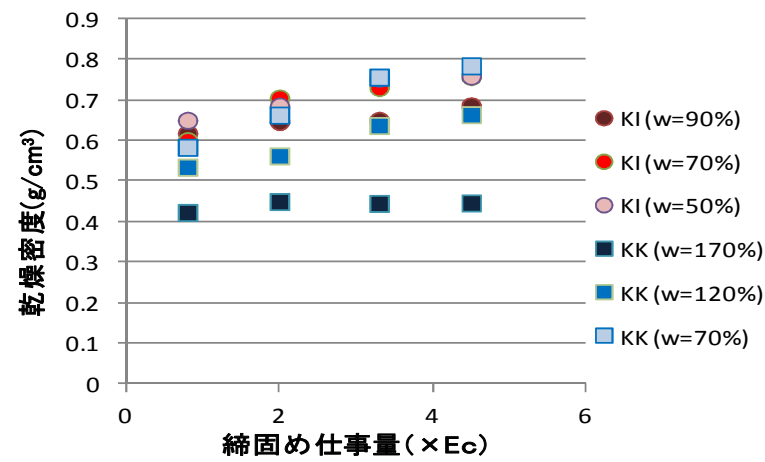


図 4 締固め仕事量と乾燥密度の関係

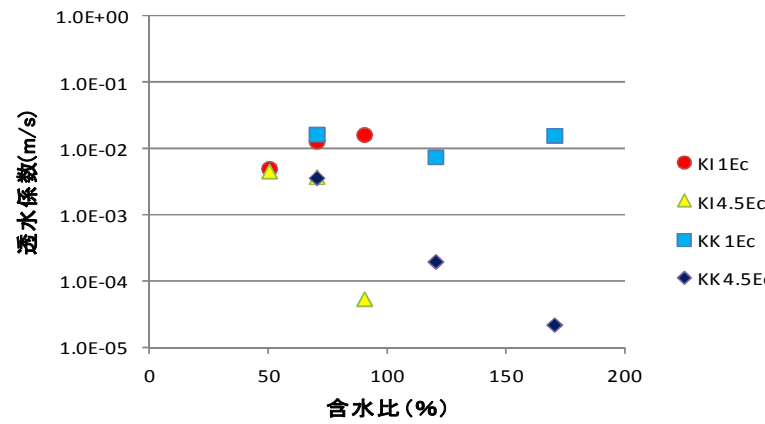


図 5 含水比と透水係数の関係

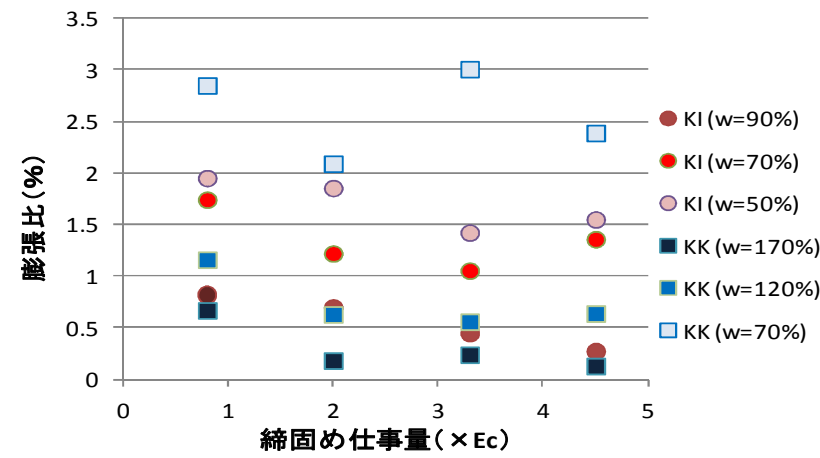


図 6 締固め仕事量と膨張比の関係

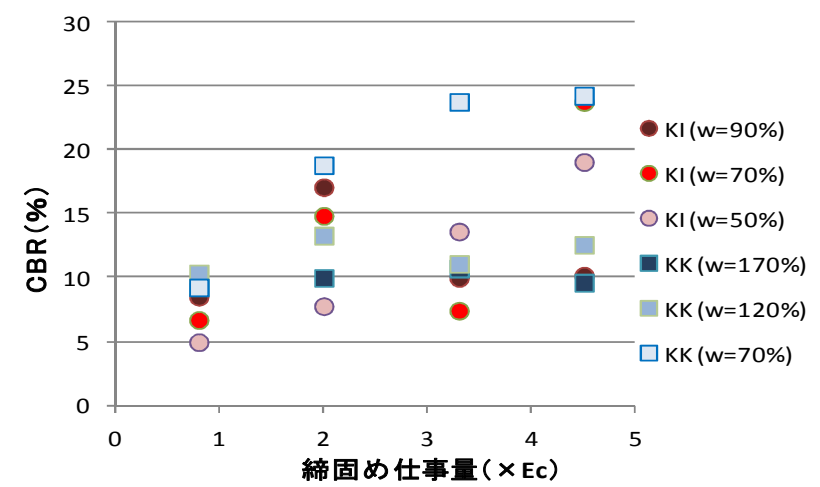


図 7 締固め仕事量と CBR の関係