

ため池底泥土とクリンカアッシュ混合土の土質工学的性質

鳥取大学大学院 ○大西正人, 清水正喜, 中村公一, 西村強
中国電力(株) 流通事業本部 吉岡一郎
(株) エネルギア・エコ・マテリア 中下明文

1. はじめに

近年集中豪雨の発生や大型台風の接近等が増加傾向にあり、農業用水の安定確保だけでなく、防災上からも早急に補修・改修が必要なため池が増加している。老朽化したため池の補修・改修の際、建設コストの縮減からも、ため池底泥土の有効利用を図る必要がある。本研究は、ため池底泥土の遮水材としての有効利用を図る上で、ため池底泥土(鳥取県倉吉市寺谷地内で採取)にクリンカアッシュ(石炭火力発電所において、赤熱状態でボイラ底部の水槽に落下した石炭灰を粉砕機で粉砕したもの)を混合させることによる透水性への影響について実験を行い検討した。

2. 試料の物理的性質

図1に各試料、混合土の粒径加積曲線を示す。ため池底泥土は、4.75mmふるいで裏ごしし、その通過試料を使用している。土粒子密度は 2.635g/cm^3 、細粒分含有率71.7%、液性限界93.4%、塑性限界31.3%である。クリンカアッシュは、2.0~9.5mmの粒径範囲になるようにふるい、飽和させた状態で使用している。土粒子密度は 1.915g/cm^3 である。混合土は、ため池底泥土とクリンカアッシュを体積比1:1になるように混合させたもので、土粒子密度は 2.267g/cm^3 、細粒分含有率40.5%である。

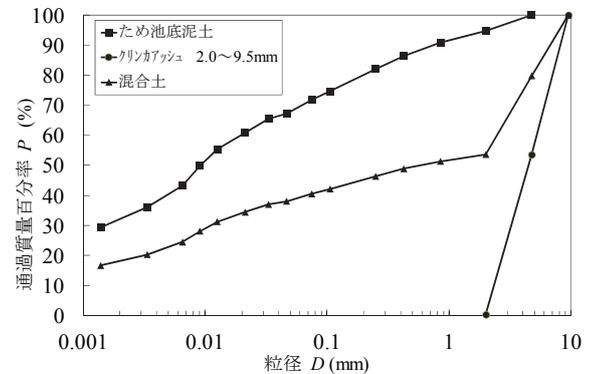


図1 各試料と混合土の粒径加積曲線

3. 各試験方法及び供試体作製方法

三軸試験装置の概略図を図2に示す。突固めによる締固め試験はJIS A 1210:2009¹⁾、変水位透水試験はJIS A 1218:2009¹⁾に従って行った。三軸試験装置を用いた透水試験の試験方法は、ため池底泥土は $p'=50, 100, 200, 300\text{kPa}$ 、混合土は $p'=50, 100, 200\text{kPa}$ の拘束圧をかけている状態で、2本のビュレット間の水頭差を利用して水を流し、各々の時間で供試体の水頭を計測し、透水係数を算出した。なお試験結果及び考察では、変水位透水試験を透水試験①、三軸試験装置を用いた透水試験を透水試験②と記す。

変水位透水試験、三軸試験装置を用いた透水試験の供試体作製方法は、図3に示す突固めによる締固め試験結果を用いて、最適含水比になるように突固めによる締固めにより作製した。

4. 試験結果及び考察

図3に突固めによる締固め試験結果を示す。ため池底泥土に比べ混合土は、最適含水比が約2.0%高くなり、最大乾燥密度が 0.11g/cm^3 小さくなった。これは、クリンカアッシュの特徴である孔隙が多い等の影響を受けているためだと考えられる。

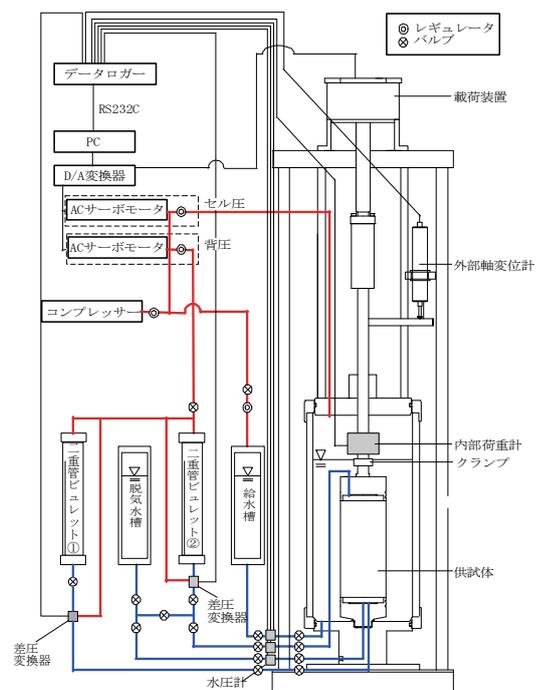


図2 三軸試験装置の概略図

図4に全ての透水試験結果を示す。透水試験の結果よりため池底泥土に比べ混合土は、透水係数のオーダーが 10^{-8}m/s から 10^{-6}m/s へ大きくなった。これは、クリンカアッシュ同士の接触により水の通り道ができてしまったと考えられる。

各試料の透水試験②の結果を用いて近似曲線を描いた。このように拘束圧の増大に伴い透水係数が小さくなっていくことがわかる。これは、等方圧密応力の増加に伴う間隙の減少によるためだと考えられる²⁾。

各試料の透水試験①の結果に、間隙比 1.052 の透水係数があるため、この透水係数と透水試験②の結果の近似曲線で推定した間隙比 1.052 の透水係数とを比較する。近似曲線から推定される間隙比 1.052 の透水係数は、ため池底泥土は約 $2.1 \times 10^{-8}\text{m/s}$ 、混合土は約 $1.1 \times 10^{-5}\text{m/s}$ となる。ため池底泥土の透水試験①の結果は $3.2 \times 10^{-8}\text{m/s}$ であり、近似曲線で推定した透水係数とほぼ同じ値となった。しかし混合土は、透水試験①の結果は $3.4 \times 10^{-6}\text{m/s}$ であり、近似曲線で推定した透水係数より約 1 オーダー小さい値となった。この理由として、各試料とも透水試験①では動水勾配 $i=10$ 、透水試験②ではため池底泥土は $i=5$ 、混合土は $i=0.5$ の試験を行っており、透水試験①と②で条件が異なったことが考えられる。

動水勾配について土の種類と浸透流の状態の関係³⁾より考えると、各試料とも通常の動水勾配であれば問題ないと判断される。試験結果より、ため池底泥土は動水勾配が異なっても同様な結果が得られたが、混合土は異なる結果が得られた。このため混合土に対して、動水勾配と流速の関係³⁾のような関係性が見られるか検討を行い、透水試験①で動水勾配 i を 0.5~10 まで変化させた試験を行った。図5に動水勾配と流速の関係を示す。試験結果より、 $i=4$ 付近から動水勾配と流速の比例関係が見られなくなる。これより粒度分布だけで動水勾配を判断するのではなく、物理的特性を考慮した上で試験を行う必要がある。

5. 結論

ため池底泥土にクリンカアッシュを混合させることによる透水性への影響について以下にまとめる。

- (1) 締固め特性は、最大乾燥密度が小さくなり、最適含水比は高くなった。
- (2) 透水性は、透水係数のオーダーが 10^{-8}m/s から 10^{-6}m/s へ大きくなった。
- (3) 混合土は、動水勾配 $i=4$ 付近から動水勾配と流速の比例関係が見られなくなる。

参考文献

- 1) 地盤材料試験の方法と解説, 地盤工学会, 2009.
- 2) 足立格一郎:土質力学, 共立出版(株), pp.35-37, 2002.
- 3) 土質実験・基本と手引き, 地盤工学会, pp.91-101, 2010.

謝辞

ため池底泥土は、鳥取県の御厚意により採取したものであり、関係各位に深甚な謝意を表す。

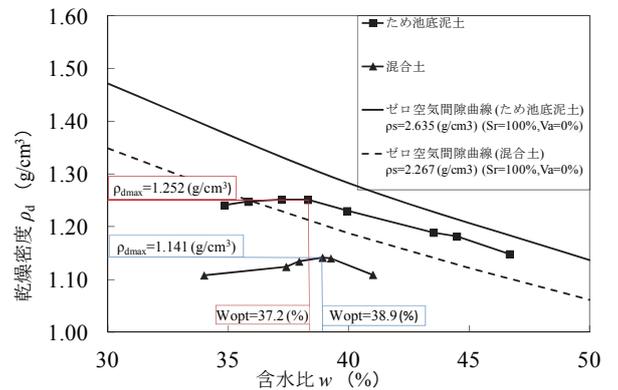


図3 突固めによる締固め曲線

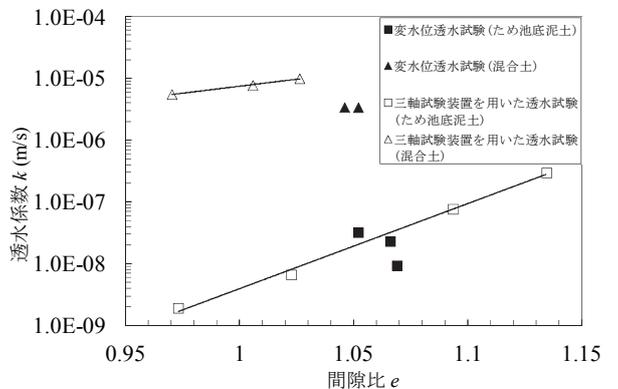


図4 透水試験結果

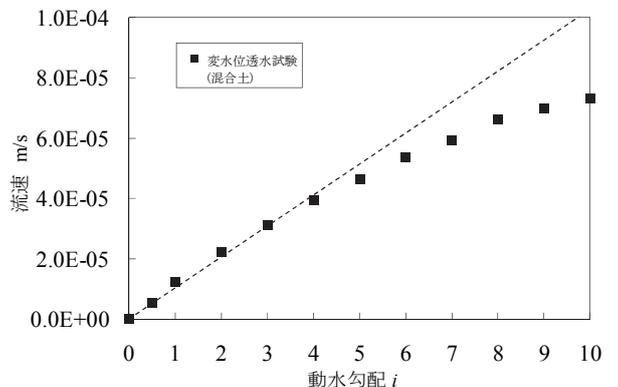


図5 動水勾配と流速の関係