

ため池底泥を用いた堤体補修材料の透水・力学特性

福岡大学大学院 学生会員 ○星野 恭平
福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗
日本国土開発㈱ 正会員 中島 典昭

1.はじめに 日本には 21 万箇所のため池が存在し、農業用水の貯水池など重要な役割を担っている。しかし近年、ため池の老朽化に伴う堤体の崩壊などの問題が発生し、ため池機能の回復が急務とされている¹⁾。また、池内に堆積した底泥は貯水量の減少や水質悪化などため池機能の低下の原因となっている¹⁾。一般に、ため池の機能回復のため底泥土の浚渫除去・廃棄が行なわれているが、高含水比な泥土であるため運搬・廃棄が困難であり、原位置での有効利用が強く求められている。そこで本研究では、高含水比な底泥を固化材と助材を用いて原位置で固化処理した新しい堤体補修材料の開発^{2),3)}を行っている。本報告では、助材の影響に着目し解きほぐし土の 1) 締固め強度把握、2) 透水特性の把握を行い、堤体補修材料としての材料評価を行った結果について報告する。

2.実験概要

2-1 実験試料 土質材料には、山口県山口市の明神ため池より採取した底泥を用いた。固化材には、高含水比かつ高有機質土に効果的なセメント系固化材を用いた。底泥の粒径加積曲線を図-1 に、物理試験結果を表-1 に示す。底泥は $I_g-loss=13.62\%$ と有機質を含有する材料であることが分かる。また、 $F_c=66.7\%$ とシルト粘土分を多く含んだ材料である。また、含水比低下・補強効果を期待する助材として、伐採された竹を植繊機によってパウダー状にした竹パウダーを用いた。竹パウダーの長さは、0.1～2cm 程度、太さは 2～3mm 程度である。

2-2 実験条件 表-2 に実験に用いた材料の配合条件を示す。落水後の底泥を想定し初期含水比を 100% に設定した。固化材添加率を 2 パターン、助材添加率を 3 パターンとし、各材料の添加率の違いに着目し配合を行った。固化材、助材の添加率は、底泥の絶乾重量に対する外割り配合で行なった。ここで、固化処理を施した改良土を「初期固化処理土」と定義する。初期固化処理土の養生日数は、気中養生にて 7 日間($t_s=7$)とした。また、初期固化処理土を回転式破碎混合混練機を用いて破碎した補修材料を「解きほぐし土」と定義する。解きほぐし土は、供試体作製直後にコーン指数試験と変水位透水試験を行なった。

2-3 供試体作製方法及び実験方法 コーン指数試験及び変水位透水試験には、「解きほぐし土」を用いた。コーン指数試験は、解きほぐし土を直径 10cm、高さ 12.5cm のモールドに 2.5kg のランマーで 3 層に分け各層 25 回ずつ締固めて供試体を作製した。その後、JIS A 1228 に準じてコーン指数試験を行った。変水位透水試験は、コーン指数試験用の供試体密度に対して締固め度 $D=90, 95\%$ とし、直径 10cm、高さ 3cm のモールドに締固めて作製した。その後、ASTM D 5084 に準じる柔壁型変水位透水試験機にセットし、負圧は付与せず、拘束圧 0.03MPa をかけ動水勾配 $i=30$ 以下で実験を行なった。脱気水を通水させ飽和状態となることに留意し、流入量と流出量がほぼ等しくなったことを確認した後、30～60 分間隔で 5 回計測を行った。透水係数が安定し、5 回の平均値を透水係数とした。

キーワード ため池底泥、コーン指数、透水係数、竹パウダー

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学大学院工学研究科建設工学専攻 TEL：092-871-6631(ext.6464)

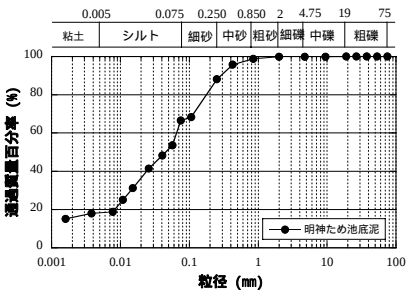


図-1 粒径加積曲線

表-1 物理試験結果

物理定数	明神ため池底泥	竹パウダー
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.533	-
初期含水比 w (%)	86.9	11.57
強熱減量 I_g-loss (%)	13.62	-
細粒分含有率 F_c (%)	66.7	-

表-2 配合条件

底泥の初期含水比 w (%)	固化材添加率 C (%)	助材添加率 B (%)
100	20 30	0 5 10

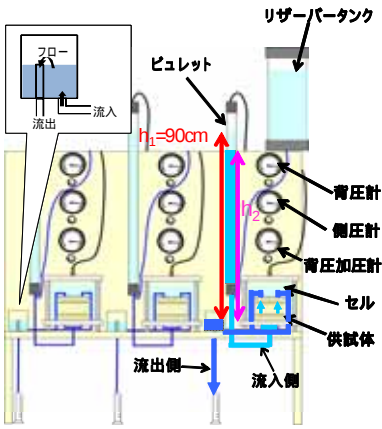


図-2 柔壁型変水位透水試験機

3. 実験結果及び考察

3-1 助材添加率がコーン指数に及ぼす影響

図-3 に回転式破碎混合混練機を用いて破碎された解きほぐし土の粒径加積曲線を示す。この破碎機は、回転数とチェーンの本数を変化させることができ任意の粒

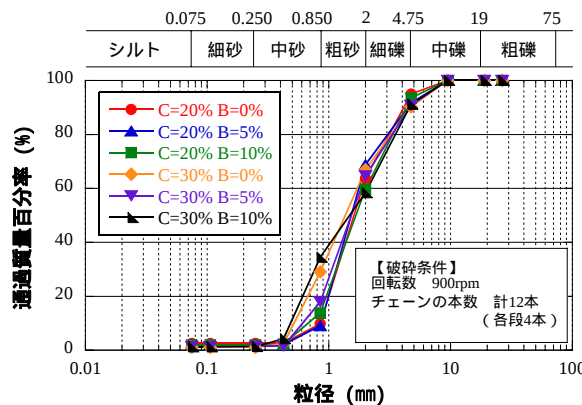


図-3 解きほぐし土の粒径加積曲線

径に変化させることができる³⁾。今回は、破碎機の回転数を 900rpm、チェーンの本数を各段 4 本の計 12 本の一定の条件で破碎した。いずれの条件も最大粒径 9.5mm で固化材及び助材添加率の違いによる最大粒径の違いは見られず同じような粒度分布を示した。図-4 に助材添加率とコーン指数 q_c 及び含水比 w の関係を示す。図中に示す色枠は、ため池堤体の築堤条件⁴⁾である $q_c=0.5(\text{MN/m}^2)$ 以上を示している。助材添加率の増加に伴い含水比は低下しコーン指数が最大 1MN/m^2 程度増加していることが分かる。これは、竹パウダーが吸水材としての役割を果たし解きほぐし土の含水比を低下させ、コーン指数が増加したと考えられる。

3-2 助材添加率が透水特性に及ぼす影響

ため池の堤体には透水係数の規定が定められており、堤体の基礎地盤(腹付け盛土)では透水係数 $k=1.0 \times 10^{-4}(\text{cm/sec})$ 以下、難透水性地盤である遮水層では透水係数 $k=1.0 \sim 5.0 \times 10^{-6}(\text{cm/sec})$ 以下とされている。図-5 に助材添加率と透水係数の関係を示す。助材添加率の増加に伴って透水係数は大きくなっていることが分かる。これらをため池堤体の築堤に必要な規定と比較してみると、いずれの条件も堤体基礎地盤の透水係数 $k=1.0 \times 10^{-4}(\text{cm/sec})$ 以下は満足し、ため池堤体の補修材料として適用可能であると考えられる。しかし、難透水性地盤の透水係数 $k=1.0 \sim 5.0 \times 10^{-6}(\text{cm/sec})$ 以下で見ると、締固め度 $D=95\%$ においても規定を十分に満足できる結果は得られなかった。実際に現場で使用された遮水材の透水係数は $k=6.91 \times 10^{-8}(\text{cm/sec})$ と難透水性を有しており、助材を用いた遮水材とは $10^{-1}(\text{cm/sec})$ 以上差が見られた。図-6 に乾燥密度と透水係数の関係を示す。助材添加率の増加に伴って乾燥密度が低下し、透水係数は小さくなるものの、乾燥密度が 0.7g/cm^3 以上であれば堤体基礎地盤としての透水係数を満足し利用可能である。また、難透水性地盤への適用は乾燥密度を 0.8g/cm^3 以上に保つことが必要であると考えられ、固化材・助材添加率の設定が必要である。

4.まとめ 1)竹パウダーの添加は、吸水材としての役割を果たし解きほぐし土の含水比を低下させ、コーン指数を増加させる効果がある。2)堤体基礎地盤に用いる場合には乾燥密度を 0.7g/cm^3 以上に設定し、難透水性地盤に用いる場合には乾燥密度を 0.8g/cm^3 以上に保つことが必要である。

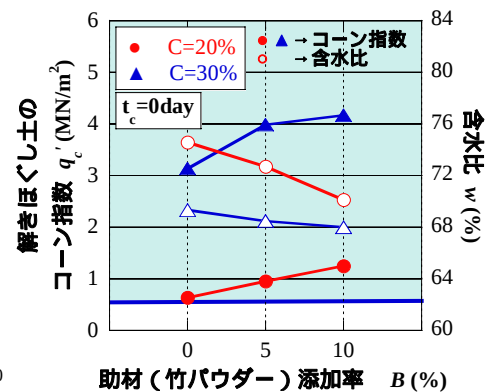


図-4 助材添加率とコーン指数及び含水比の関係

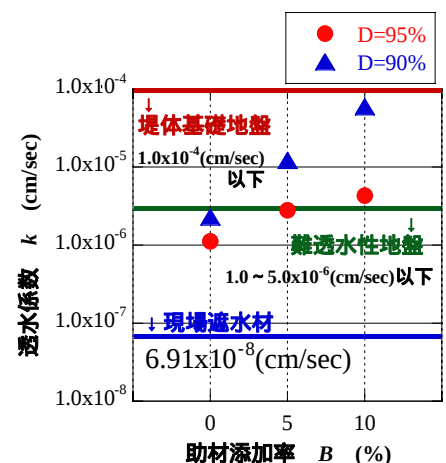


図-5 助材添加率と透水係数の関係

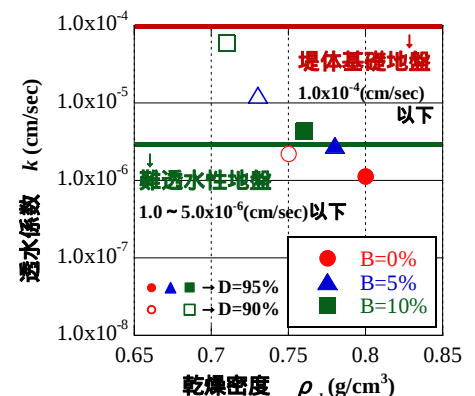


図-6 乾燥密度と透水係数の関係

【参考文献】 1)福島ら：固化処理したため池底泥の盛土材への適応，土木学会論文集，No.666/ -53, pp.99-116, 2000. 2)星野ら：助材を用いたため池底泥の固化処理法と材料力学特性，第 64 回土木学会年次学術講演会， -463, 2009. 3)星野ら：解織した竹を混入したため池底泥の堤体補修材料への適応性，地盤環境および防災における地域資源の活用に関するシンポジウム論文集，3-1, pp.71-74, 2010 4)農林水産省構造改善局建設部建設課：土地改良事業設計指針「ため池整備」，2000.