

ため池底泥を用いた堤体補修材料の 固化材添加率の違いが力学特性に与える影響

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
福岡大学工学部 学生会員 原口 祐理子 日本国土開発(株) 正会員 中島 典昭

1.はじめに 現在、全国に21万箇所のため池があり、農業用水の貯水池などに利用されている。近年、底泥の堆積による水質悪化や貯水量の減少といった問題が発生したため池機能の回復が急務とされている¹⁾。しかし、底泥は高含水比なため搬出運搬が困難であるため池内での有効利用が求められている。そこで本研究では、**図-1**に示すフローチャートに従い底泥を池内で固化処理した後に解きほぐし、ため池堤体の補修材料として用いることを目的とし、その適用性の検討を行なう。さらに、著者らは²⁾これまでに、高含水比な底泥を効果的に固化処理するため、吸水効果を期待し助材を添加させる工法の検討を行っている。本報告では、底泥を固化処理する際の固化材添加率の違いが解きほぐし後の堤体補修材料の力学特性に与える影響について検討を行な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、山口県の明神ため池より採取した底泥を用いた。その物理特性を**表-1**に、粒径加積曲線を**図-2**に示

表-1 物理試験結果

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

す。 I_g -loss=13.62%と高有機質な材料である。また、 F_c =66.7%とシルト分を多く含んでいることが分かる。固化材には、高有機質土に効果的なセメント系固化材を用いた。また、含水比を低下させる助材として、竹パウダーを用いた。この竹パウダーは、伐採された竹を植繊機でパウダー状に加工したもので、大きさは、長さ1~20mm、太さ2~3mm程度である³⁾。

2-2 実験条件 **表-2**に実験に用いた配合条件を示す。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、助材の添加率をそれぞれ3パターンとし、添加率の違いに着目し配合を行った。また、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。その養生日数は、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($t_c=0$, $t=t_s+t_c=7$)にコーン指数試験と一軸圧縮試験を行なった。

2-3 供試体作製方法 コーン指数試験は、 $t_s=7$ 日間養生させ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解きほぐし土を用いた。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。一軸圧縮試験は、コーン指数試験用の供試体と密度が同じになるようにし、直径5cm、高さ10cmのモールドに3層に分け締固めて作製した。

3.実験結果

3-1 初期固化処理土の力学特性 初期固化処理土の力学特性について検討を行なう。

図-3に固化材添加率と一軸圧縮強さの関係を示す。いずれの固化材添加率においても助材の添加によって強度が増加することが分かる。特に $C=30, 40\%$ ではその効果が顕著に現れている。また、助材添加率の違いでは、10%に比べ5%のほうが大きな強度を示した。これは、単位体積当りの密度が小さい竹パ

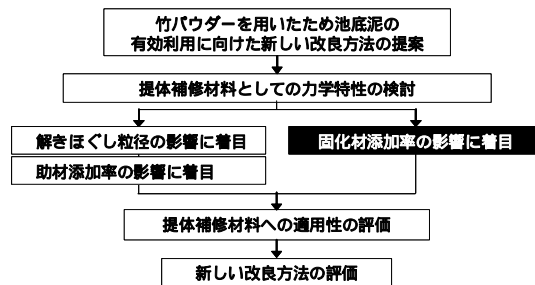


図-1 本研究のフローチャート

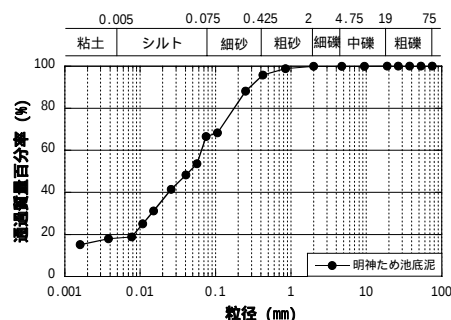


図-2 粒径加積曲線

表-2 配合条件

初期含水比 w (%)	固化材添加率 C (%)	助材添加率 B (%)
100	20 30 40	0 5 10

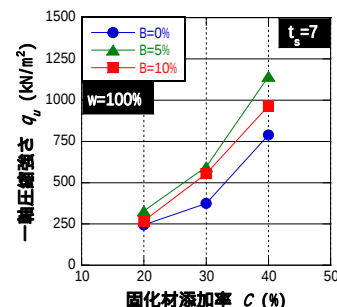


図-3 固化材添加率と一軸圧縮強さの関係

ウダーの混入に伴い初期固化処理土の密度が低下することが起因していると考えられる。

3-2 固化材添加率の違いがコーン指数に及ぼす影響

図-4 に回転式破碎混合湿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。破碎条件は、破碎機の高回転数を 900rpm、チェーンの本数を各段 4 本の計 12 本とした。

いずれの条件も最大粒径 9.5mm で固化材添加

率の違いによる粒径の違いは見られず同じような粒度分布を示した。図-5 に固化材添加率とコーン指数の関係を示す。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。固化材添加率の増加に伴ってコーン指数は増加し、いずれの条件でも築堤条件を満足している。また、図-6 に初期固化処理土の一軸圧縮強さと解きほぐし土のコーン指数の関係を示す。一軸圧縮強さの増加に伴ってコーン指数は増加し一義的な関係にあり、 $q_c=5.8q_u$ にて表すことができる。

3-3 解きほぐし前・後の破壊形態の比較

図-7 に初期固化処理土と解きほぐし土の一軸圧縮試験結果を示す。(a)の初期固化処理土では、せん断初期の剛性が高く、明確なピークを示した。一方、(b)の解きほぐし土は、解きほぐしに伴いセメントの固結効果が失われ初期固化処理土に比べ強度は低下するものの破壊ひずみは増加していることが分かる。このことから、底泥を池内で固化処理した後に解きほぐし、堤体補修材料に用いることで脆性的破壊から延性的破壊に改善されることが分かる。図-8 に初期固化処理土と解きほぐし土の一軸圧縮強さの関係を示す。初期固化処理土と解きほぐし土の一軸圧縮強さは一義的な関係にあり、 $q_u'=0.21q_u$ にて表すことができる。解きほぐし土の一軸圧縮強さは初期固化処理土の一軸圧縮強さに比べて小さくなり、約 5 分の 1 程度であった。

3-4 固化材添加率の違いが変形係数に及ぼす影響

図-9 に固化材添加率と解きほぐし土の変形係数の関係を示す。固化材添加率の増加に伴って変形係数は増加することが分かる。また、助材添加率の増加は変形係数を減少させることが分かる。ため池堤体では剛性が高いとクラックの発生により水漏れの発生が懸念される。そのため、透水係数の確保と同時に剛性の抑制が求められるが、竹パウダーの添加は剛性の抑制に効果的であると考えられる。

4.まとめ 1) 固化材添加率の増加に伴ってコーン指数は増加する。さらに、初期固化処理土の一軸圧縮強さとコーン指数は一義的な関係にあり、 $q_c=5.8q_u$ にて表せる。2) 解きほぐし前・後の破壊形態は、解きほぐしに伴いセメントの固結効果が失われ強度は低下するものの、延性的な破壊形態に改善される。3) 固化材添加率の増加に伴って変形係数は増加するものの、助材を添加させることにより変形係数は低下し剛性の抑制に効果的である。

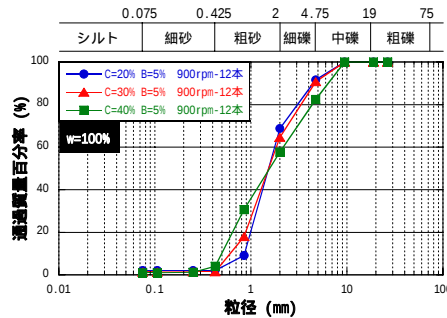


図-4 解きほぐし土の粒径加積曲線

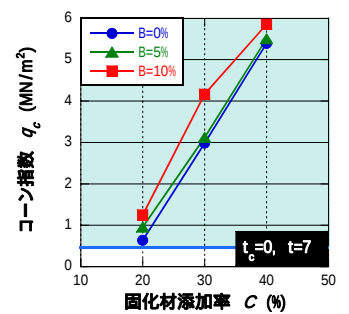


図-5 固化材添加率とコーン指数の関係

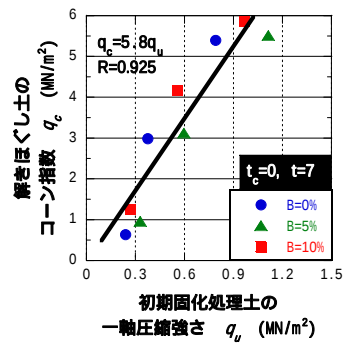
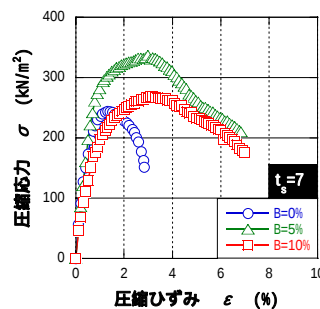
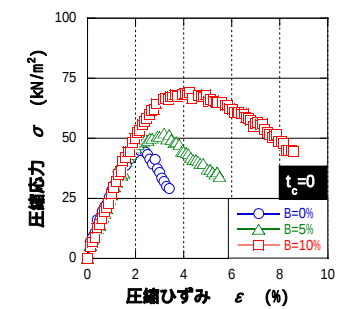


図-6 初期固化処理土の q_u と解きほぐし土の q_c の関係



(a) 初期固化処理土



(b) 解きほぐし土

図-7 一軸圧縮試験結果 (C=20% t=7)

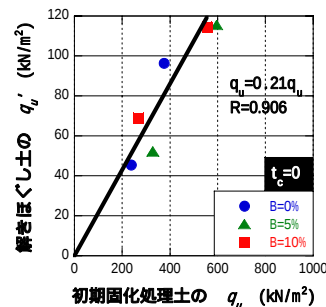


図-8 初期固化処理土と解きほぐし土の一軸圧縮強さの関係

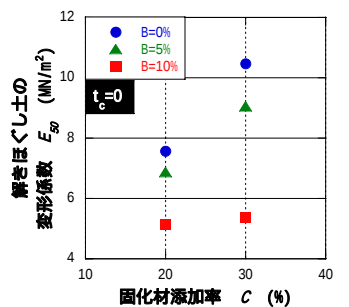


図-9 固化材添加率と変形係数の関係

【参考文献】1) 福島ら：固化処理したため池底泥土の盛土への適応性の研究，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方法と材料力学特性，土木学会年次学術講演会， -463，2009. 3) 原口ら：ため池底泥を用いた堤体補修材料の解きほぐし粒径及び助材添加率の違いが力学特性に与える影響，平成 21 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集掲載予定 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.