

ため池底泥を用いた堤体補修材料の力学・透水特性に及ぼす 締固め時の含水比の影響

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
 日本国土開発㈱ 正会員 横田季彦 中島典昭

1.はじめに 現在、ため池は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、老朽化に伴い堤体の崩壊や底泥の堆積による水質悪化などため池機能の低下が問題となっている¹⁾。堆積した底泥においても高含水比であるため搬出運搬が困難であることや、処分地の確保が困難な地域も多いため、底泥の池内での有効利用方法の開発が強く求められている。そこで本研究では、堆積した底泥を池内で固化処理し、破碎することで堤体補修材料として用いる方法の開発を行っている²⁾。特に、高含水比な底泥を効果的に改良するため、吸水効果の期待できる竹フレークを助材として添加する方法の提案を目的としている。本報告では、破碎された解きほぐし土が仮置きされることを想定し、堤体補修材料の締固め時の含水比の違いが力学・透水特性に及ぼす影響について検討を行った結果を報告する。ここで用語の定義として、底泥に固化処理を施した改良土を「初期固化処理土」、その後、破碎機で破碎した補修材料を「解きほぐし土」と定義する。

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。底泥の物理試験結果を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。底泥は、 $Ig-loss=13.62\%$ と有機分を含有する材料であることが分かる。また、 $F_c=66.7\%$ とシルト分を多く含んだ材料である。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。助材には、伐採された竹を植繊機によって繊維状に加工したものをを用いた。竹フレークの長さは、1~20mm程度である。混入時の竹の含水比は、約10%である。

2-2 実験方法 解きほぐし土を堤体補修材料として適用した場合の力学特性をコーン指数試験(JIS A 1228)により、透水特性を変水位透水試験(STM 5084)より評価を行った。実験は、表-2に示す配合条件で初期固化処理土を作製し、7日養生後に破碎した解きほぐし土を用いた。なお、初期固化処理土の破碎には、回転式破碎混合混練機³⁾を用い、回転数900rpm、チェーンの本数を12本として破碎を行った。図-1に破碎後の粒径加積曲線を示す。固化材の固結効果により、破碎後の解きほぐし粒径は、礫質砂に分類でき、最大粒径は9.5mmとなった。破碎した解きほぐし土は、破碎後1日風乾させ供試体作製時の水を加えて所定の含水比に調整した。コーン指数試験用の供試体は、2.5kgのランマーで3層に分け各層25回ずつ締固めて作製した。変水位透水試験用の供試体は、コーン指数試験用の供試体密度と同じになるように作製し、柔壁型変水透水試験機を用いて0.03MPaの拘束圧を作用させ動水勾配 $i=30$ で実験を行った。

3.実験結果および考察

3-1 堤体補修材料の締固め特性 図-2に解きほぐし土の締固め曲線を示す。竹フレークの添加に伴い、締固め曲線は、含水比の変化に伴う乾燥密度の変化が小さくなり、最適含水比は大きく最大乾燥密度は小さくなる傾向を示した。

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 $Ig-loss$ (%)	13.62
細粒分含有率 F_c (%)	66.7

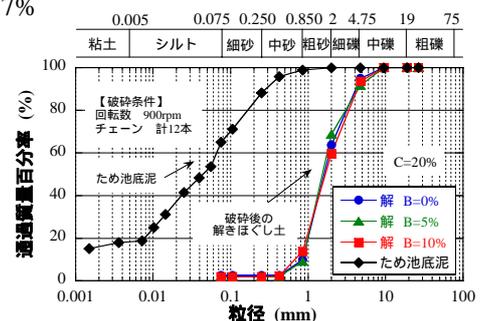


図-1 明神ため池底泥と解きほぐし土の粒径加積曲線

表-2 初期固化処理土の配合条件

配合条件			力学特性
初期含水比 w (%)	固化材添加率 C (%)	助材添加率 B (%)	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)
100	20	0	243.8
		5	329.02
		10	268.92

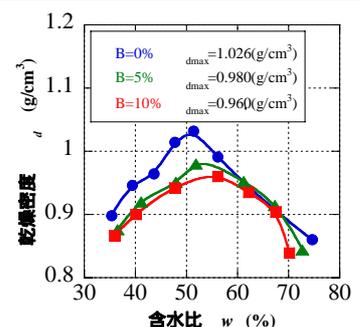


図-2 解きほぐし土の締固め曲線

3-2 堤体補修材料の力学特性

図-3 に含水比とコーン指数の関係を示す。解きほぐし土は、破碎後の仮置きなどを想定し解きほぐし土の含水比の変化に着目し考察する。破碎直後の解きほぐし土の含水比は、 $w=70 \sim 75\%$ であった。また、その時点の解きほぐし土のコーン指数はいずれの条件においても約 $1(\text{MN}/\text{m}^2)$ の値を示した。しかし、いずれの条件も含水比の低下に伴いコーン指数は増加し、最適含水比よりも低い

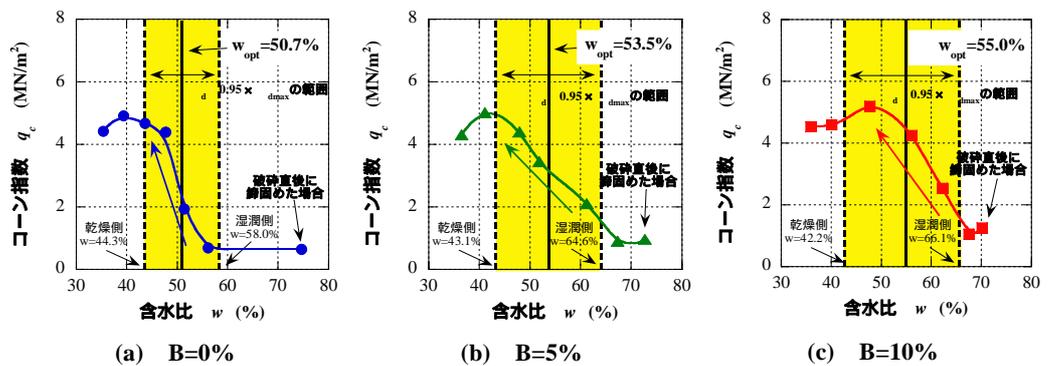


図-3 含水比とコーン指数の関係

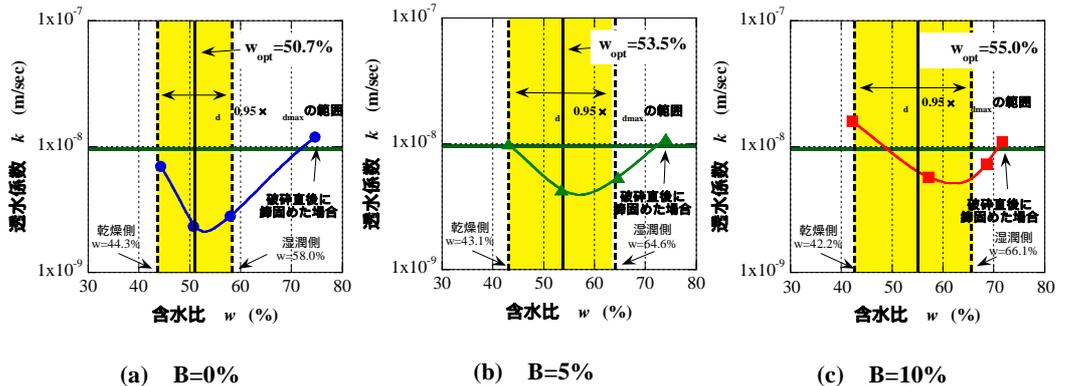


図-4 含水比と透水係数の関係

い $w=40\%$ 付近で最大値を示した。破碎直後($w=70\%$ 付近)から $w=60\%$ の範囲に着目すると、竹フレークを添加させた場合では、コーン指数は徐々に増加していることが分かる。一方、竹フレークを添加させない場合は殆どコーン指数の増加は確認されなかった。このことから、竹フレークを添加させることで最適含水比より高い含水比で施工した場合においても強度を増加させる効果があると考えられる。次に、実施工を想定し、一般に設計密度⁴⁾とされる $0.95 \times d_{\text{max}}$ で考察する。ここでは、 $0.95 \times d_{\text{max}}$ となる乾燥側と湿潤側の含水比を許容含水比と定義する。図中には、乾燥側と湿潤側の許容含水比を破線で示す。竹フレークの添加に伴って締固め曲線は緩やかになることから、 $0.95 \times d_{\text{max}}$ を得るための含水比の幅を広げる効果があると考えられる。

3-3 堤体補修材料の透水特性

図-4 に解きほぐし土の締固め時の含水比と透水係数の関係を示す。図には、最適含水比、前節で定義した湿潤側と乾燥側の許容含水比、および破碎直後の含水比付近で求めた透水係数を示し、同時にため池堤体の刃金土の基準⁴⁾である $1.0 \times 10^{-8}(\text{m}/\text{s})$ を示している。破碎直後に締固めた場合には、いずれも基準を上回る透水係数を示している。しかし、含水比が低くなるに連れて透水係数は小さくなり、基準を満足する値を示した。また、透水係数は、最適含水比よりも僅かに湿潤側で最も低い値を示し、最適含水比より乾燥側では透水係数が大きくなる傾向を示した。このような傾向は、浄水汚泥を用いたベジェヒョン、小峯ら⁵⁾の研究においても同様の結果が得られている。湿潤側と乾燥側の許容含水比における透水係数を比較すると、いずれの条件においても乾燥側での透水係数が大きくなる傾向を示した。特に、 $B=10\%$ に着目すると、乾燥側($w=66.1\%$)では基準を上回り湿潤側($w=42.2\%$)では基準を満足し、同一密度にも関わらず異なる結果となった。以上のことから、透水係数は、最適含水比から湿潤側の許容含水比の範囲での管理を行うことで低いが値が確保できると考えられる。

4.まとめ

- 1)コーン指数は、含水比の低下に伴い増加し最適含水比よりも乾燥側で最も高いコーン指数が得られる。
- 2)透水係数は含水比の低下に伴い減少し、最適含水比よりも湿潤側で最も低い透水係数が得られる。また、施工を行う際は、最適含水比から湿潤側の許容含水比の範囲内での施工が望ましいと言える。以上より、解きほぐし土の含水比の違いは力学特性と透水特性に大きな影響を及ぼすため、施工時の含水比の管理は重要であると言える。

【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：竹フレーク混合固化処理土の力学・透水特性と堤体補修材料への適用性の検討，第9回地盤改良シンポジウム論文集，3-8，pp.139-144，2010. 3)日本国土開発株式会社 ツイスター工法 http://www.n-kokudo.co.jp/tec_civil/twister_atypical.html 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. 5)ベジェヒョン、小峯ら：浄水汚泥の道路構成材料への適用と配合設計検討，第63回年次学術講演会，-395，pp.789-790，2008.