

ため池底泥を用いた新しい堤体補修材料の材料力学特性

福岡大学大学院 学生会員 田中浩之
 福岡大学工学部 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

1.はじめに 別報¹⁾で示した通り、ため池底泥は助材を用いることにより、池内での有効活用が大いに期待できる。そこで本研究では、**図-1**に示すフローチャートに従ってため池堤体の補修材料の開発にあたり、図中の色枠の4)に示す高含水比な底泥に吸水材として助材を添加させることと解きほぐし時の粒径が与える影響に着目し、一軸圧縮試験とコーン貫入試験結果より堤体築堤条件を満足する一軸圧縮強さや、助材の添加による固化材添加量の縮減について検討を行い、その結果について報告する。

2.実験概要

2-1 実験試料 本研究には土質材料として、山口県山口市内の明神ため池より採取した底泥（以後、底泥1）と同県同市内の出合溜池より採取した底泥（以後、底泥2）を用いた。固化材として、高含水比かつ有機質なものに効果的なセメント系固化材（図中ではセ固と略す）を用いた。助材として、建築廃材である廃石膏ボードを2mm以下に粉碎したもの（以下、石膏粉）と、竹をパウダー状に粉碎した竹パウダーを用いた。**図-2**に各底泥の粒径加積曲線、**表-1**に物理試験結果を示す。表より底泥はそれぞれ Ig-loss=13.62%、10.89%と高有機質であることが分かる。

2-2 実験条件 **表-2**に一軸圧縮試験に用いた配合条件を示す。固化材、助材の添加率は、底泥の絶乾重量に対する割合で行った。固化材、助材とも添加率を変化させ、添加率の影響に着目して配合を行った。

2-3 供試体作製方法 一軸圧縮試験の供試体作製方法は、採取した底泥の含水比を調整した後、助材を混入させ攪拌機にて攪拌し、その後に固化材を混入し攪拌する。その後、直径5cm、高さ10cmのモールドに打設し、7日間養生させる。コーン貫入試験の供試体作製方法は、一軸圧縮試験後の供試体を破砕機にて破砕した後、直径10cm、高さ12.5cmのモールドに2.5kgランマーで25回ずつ3層に分けて締固めて供試体を作製した。

3.解きほぐし土の力学特性

3-1 解きほぐし粒径 固化処理した底泥の解きほぐしには、回転式破砕混合混錬機を用いた。この破砕機は回転数を調整することにより、任意の粒径まで破砕することが可能である。今回は、解きほぐし粒径が締固め強度に与える影響について調べるため、最大粒径が9.5mm、26.5mmの粒度分布を持つ2種類の解きほぐし土を用いた。**図-3**に固化処理土を破砕した後の粒径加積曲線を示す。



図-1 ため池底泥を用いた改良フロー

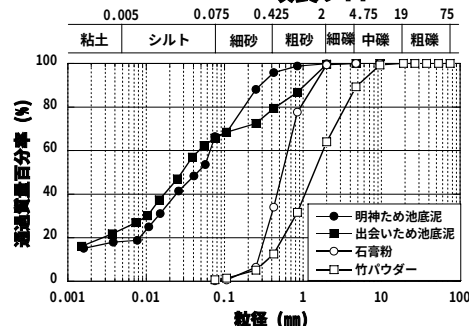


図-2 粒径加積曲線

表-1 物理試験結果

	底泥1	底泥2
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.533	2.603
自然含水比 W (%)	86.9	144.2
液性限界 W_L (%)	—	119.1
塑性限界 W_P (%)	—	65.95
塑性指数 I_P (%)	—	53.15
強熱減量 Ig-Loss (%)	13.62	10.89

表-2 配合条件

土質材料	初期含水比	固化材の種類	固化材の添加率	助材の種類	助材の添加率
底泥1	200%	セメント系 固化材	20%	石膏粉 竹パウダー	0% 10% 20%
			40%		
			80%		
			120%		
			140%		
底泥2	300%	セメント系 固化材	40%	石膏粉 竹パウダー	0% 10% 20%
	350%		60%		
			80%		
			100%		
			120%		
			140%		

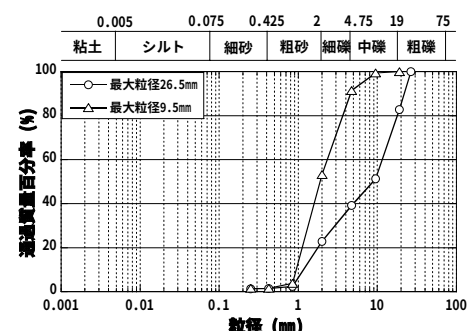


図-3 破砕後の粒径加積曲線

3-2 解きほぐし粒径の影響 図-4 に助材添加率 10%における固化材添加率とコーン指数（以後、締固め強度）の関係を示す。図中の色枠は、ため池の堤体築堤条件²⁾である $q_c=0.5\text{MN/m}^2$ 以上の値を示したものである。いずれの条件も固化材添加率を大きくすると締固め強度も増加することが分かる。また、締固め時の粒径が大きい方が高い締固め強度を得ることが分かる。このような解きほぐし粒径による強度の相違は、福島ら³⁾が示す初期固化部分の強度の再発現による影響や粒径幅の違いによる影響と考えられる。

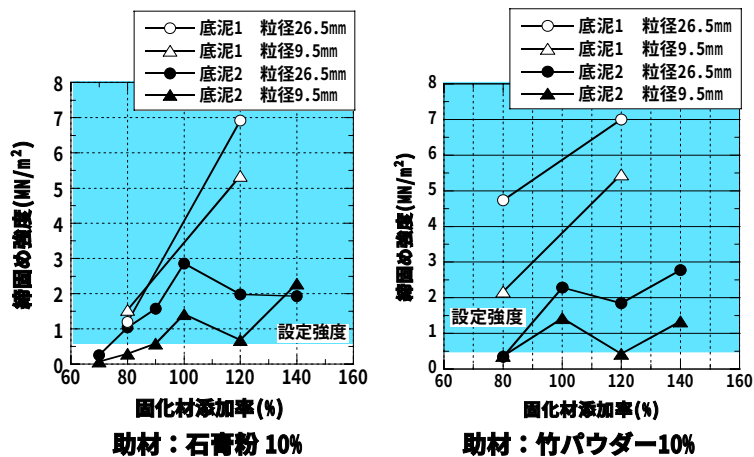


図-4 固化材添加率と締固め強度の関係

3-3 解きほぐし前強度と締固め強度の関係 図-5 に底泥 2、石膏粉 10%の条件の一軸圧縮強さ（以後、解きほぐし前強度）と締固め強度の関係を示す。図中の色枠はため池の堤体盛土を造るための条件である締固め強度 0.5MN/m^2 以上の値と重機で容易に掘削が可能とされる解きほぐし前強度 $125\sim1000\text{kN/m}^2$ の値を示したものである。解きほぐし前強度と締固め強度は図中の式で表すことができ、締固め強度は解きほぐし前強度と解きほぐし粒径に支配されていることが分かる。図中の近似式にため池の堤体を造る条件である $q_c=500\text{kN/m}^2$ を代入し、堤体築堤時に必要な解きほぐし前強度を算出すると表-3 のようになる。

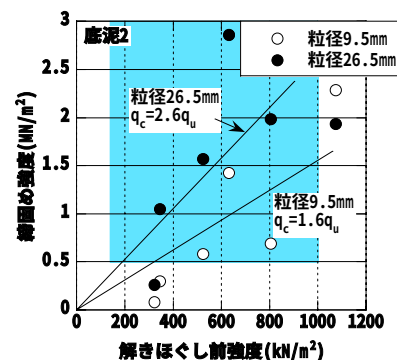


図-5 解きほぐし前強度と締固め強度の関係

4. 助材添加による固化材添加率への影響 図-6 に底泥 2、石膏粉 10%の条件の表-3 の値を固化材添加率と解きほぐし前強度の関係に反映させたものを示す。図中に示す 2 本の横

表-3 堤体築堤条件時におけるときほぐし前強度

底泥 助材	底泥1				底泥2			
	石膏粉10%		竹パウダー10%		石膏粉10%		竹パウダー10%	
粒径	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm
解きほぐし前強度 (kN/m ²)	99kN/m ²	122kN/m ²	82kN/m ²	118kN/m ²	195kN/m ²	311kN/m ²	120kN/m ²	256kN/m ²

この解きほぐし前強度の値を得るために、助材添加の有無による固化材添加量の縮減率について比較を行なった。算出した固化材添加量の縮減率を表-4 に示す。いずれの配合条件でも助材を混入させることで、固化材添加率を縮減することができる。また、底泥 1 より底泥 2 の方が縮減率が高いことより、助材の添加は含水比が高い程有効であることがわかる。

4.まとめ 1) 締固め強度は解きほぐし前強度や、解きほぐした際の粒径に依存しており、粒径が大きい方が締固め強度は増加する。2) いずれの配合条件も助材を添加させることで、固化材の添加率を効果的に縮減することができる。特に底泥の初期含水比 300、350%と高含水比なほど助材の効果が大きく、固化材添加率を縮減することができる。今回の条件では、固化材添加率を 30%程度縮減することが可能となった。

表-4 固化材添加量の縮減率

底泥 助材	底泥1 (W=200%)				底泥2 (W=300,350%)			
	石膏粉10%		竹パウダー10%		石膏粉10%		竹パウダー10%	
粒径	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm	26.5mm	9.5mm
固化材縮減率	3.5%減	3.5%減	4.1%減	4.1%減	30%減	20%減	20%減	10%減

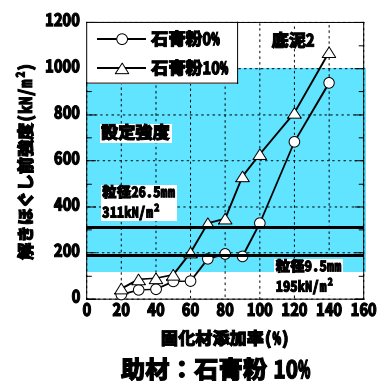


図-6 固化材添加率と解きほぐし前強度の関係

【参考文献】

- 1) 星野ら：助材を用いたため池底泥の固化処理法の検討、平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集掲載予定
- 2) 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。
- 3) 福島ら：固化処理したため池底泥土の盛土への適用性の研究、土木学会論文集 No.666/III-53, pp99-116, 2000.12。