

助材を用いたため池底泥の固化処理法と材料力学特性

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(株) 正会員 中島典昭

1.はじめに 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る¹⁾。そのため、ため池の機能回復のため底泥土の浚渫除去が行なわれているが、高含水比なため運搬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。現在、底泥土は図-1 に示す改良手順に従って有効利用が行なわれている¹⁾。しかし、高含水比な底泥を固化処理するには多量の固化材を必要とすることや、農業用水の貯水池として用いられることが多いため池は施工時期や施工期間の制約を受けてしまう¹⁾。そこで本研究では、底泥の含水比を効果的に低下させるために助材の添加に着目した。本報告では、一軸圧縮試験を用いて 1) 初期固化処理土の力学特性の把握、コーン指数試験を用いて 2) 解きほぐし土の締固め強度の把握について検討を行った結果について報告する。

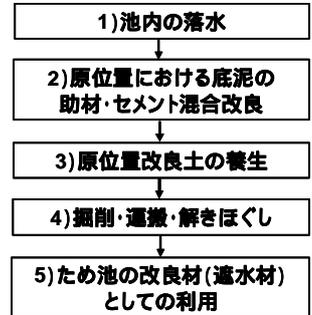


図-1 原位置におけるため池底泥の改良手順¹⁾

2.実験概要

2-1 実験試料 本研究には土質材料として、山口県山口市内のため池底泥を用いた。固化材として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。助材として、建築廃材の石膏ボードを焼成し、2mm以下に粉碎した半水石膏(以下、石膏粉)と、竹をパウダー状にした竹パウダーを用いた。その粒径加積曲線を図-2 に、物理試験結果を表-1 に示す。これらの図より、Ig-Loss=13.62%と高有機質であることが分かる。また、Fc=66.7%とシルト分を多く含んでいることが分かる。

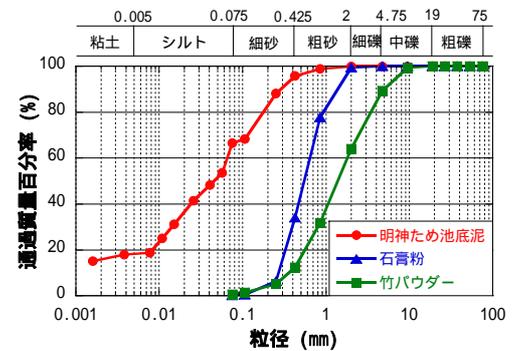


図-2 粒径加積曲線

2-2 実験条件 表-2 に実験に用いた配合条件を示す。今回は、初期含水比を 100, 150, 200% に設定し、含水比の違いが助材添加の効果に及ぼす影響に着目した。固化材と助材の添加率は、底泥の絶乾重量に対する割合で配合を行った。

表-1 試料の物理特性

	底泥	石膏粉	竹パウダー
土粒子の密度 s (g/cm ³)	2.533	3.280	1.531
初期含水比 w (%)	86.9	6.0	11.6
強熱減量 Ig-Loss (%)	13.62	-	-
細粒分含有率 Fc (%)	66.7	-	-

2-3 一軸圧縮試験供試体作製方法 採取した底泥の含水比を調整した後、助材を混入させミキサーで攪拌した。その後、固化材を混入し再びミキサーで攪拌した。ここで品質管理のため密度測定を行なう。この作製した処理土を直径 5cm、高さ 10cm の一軸圧縮試験用モールドに打設する。その際、モールドを 4 層に分け床をたたき各層 25 回の振動を与えエネルギーの統一を行なった。

表-2 配合条件

土質材料	初期含水比 (%)	固化材の種類	固化材添加率 (%)	助材の種類	助材添加率 (%)
底泥	100	セメント系固化材	40	石膏粉 または 竹パウダー	0
	150		60		10
	150		80		10
	200		100		20
	200		120		20

翌日に整形、翌々日に脱型を行い恒温室で 7 日間養生させた後、一軸圧縮試験を行った。

2-4 コーン指数試験供試体作製方法 一軸圧縮試験同様に作製した処理土を容器に打設し、7 日間養生させた後、回転式破碎混合練機を用いて破碎する。その解きほぐし土を、直径 10cm、高さ 12.5cm のコーン指数試験用モールドに 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。

3.実験結果及び考察 図-3, 4 の図中に示す色枠は、一軸圧縮強さの目標強度を示す。ここでは、重機により掘削可能な強度と考えられる一軸圧縮強さ²⁾ $q_u=130\sim1000\text{kN/m}^2$ の値を示している。一方、図-6, 7 の図中に示す色枠は、ため池堤体の築堤条件であるコーン指数³⁾ $q_c=500\text{kN/m}^2$ 以上を示している。

キーワード ため池底泥、固化処理、一軸圧縮試験、コーン指数試験、竹パウダー、石膏粉

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.6481)

3-1 初期固化処理土の力学特性 図-3 に初期固化処理

土の固化材添加率と一軸圧縮強さの関係を示す。図より、初期含水比 100%では助材を添加させた条件より助材を添加させなかった条件の方が強度発現が得られた。一方、初期含水比 200%では助材を添加させることにより効果的に強度増加が見られた。このことから、底泥が高含水比であるほど効果的で助材の添加が効果的であることが分かる。助材添加率の違いに着目すると、助材添加率 10%の方が 20%よりも強度発現得られることが分かる。これは、助材を添加させることにより密度が低下したためと考えられる。図-4 に水セメント比と一軸圧縮強さの関係を示す。図より、初期含水比 150, 200%では、W/C が小さくなると一軸圧縮強さは大きくなる。一方、初期含水比 100%では、W/C が 1 以上では同様な傾向にあるが、W/C が 1 以下になると強度発現がなくなり強度が急激に低下している。これは、固化材添加率の増加に伴って固結効果に必要な水が不足したためと考えられる。このことから、強度発現は水セメント比に大きく影響しており、最適な水セメント比が存在すると考えられる。

3-2 解きほぐし粒径が締固め強度に及ぼす影響

ここでは、初期固化処理土を破碎し解きほぐし土の締固め強度(コーン指数)について検討を行なった。その際、解きほぐし粒径の影響を調べるため回転式破碎混合混練機を用いて破碎を行なった。この破碎機は、回転数を変化させることで任意の粒径に変化させることができる装置である。今回は、最大粒径が 26.5mm と 9.5mm の 2 種類の試料を用いた。解きほぐし後の粒径加積曲線を図-5 に示す。図-6 に固化材添加率とコーン指数の関係を示す。図より、固化材添加率の増加に伴ってコーン指数も増加することが分かる。また、解きほぐし粒径の違いに着目すると、粒径が大きい方が高いコーン指数値を得ることが分かる。図-7 に一軸圧縮強さとコーン指数の関係を示す。図より、解きほぐし後のコーン指数は初期固化処理土の一軸圧縮強さと一義的な関係にあり、概ね $q_c = 4 \sim 7q_u$ で表されることが分かる。今後は、透水性の検討を行い、適切な解きほぐし粒径や適切な配合を見つけ、堤体補修材料として総合的に評価していく予定である。

4.まとめ

- 1)助材の添加は、底泥が高含水比であるほど効果的である。
- 2)強度発現には水セメント比が影響し、W/C が 1 以下になると固結効果は発揮されにくい。
- 3)コーン指数は解きほぐし粒径に依存しており、粒径が大きい方が大きなコーン指数を得ることができる。
- 4)一軸圧縮強さとコーン指数は一義的な関係にあり、概ね $q_c = 4 \sim 7q_u$ で表すことができる。

【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)久野五郎：「土の流動化処理工法」技報堂出版，pp.205, 1997 3)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.

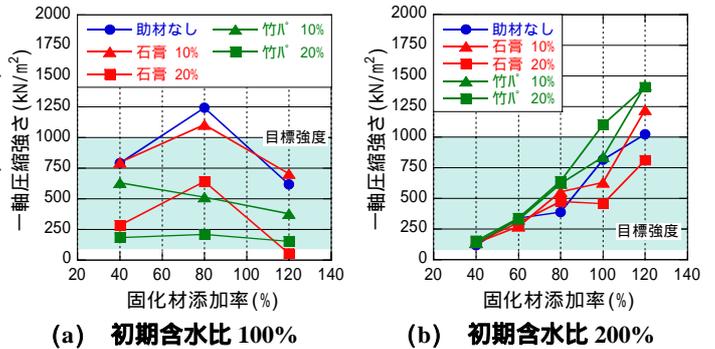


図-3 初期固化処理土の固化材添加率と一軸圧縮強さの関係

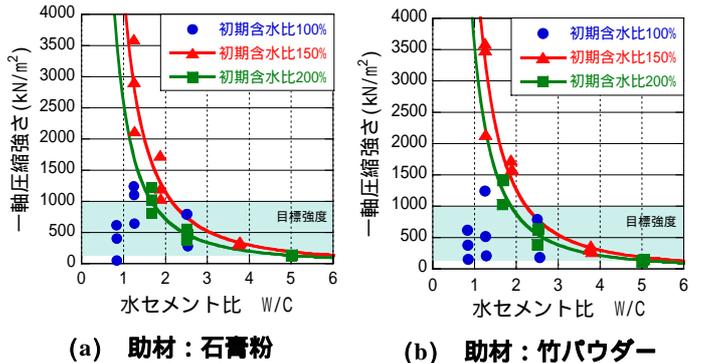


図-4 初期固化処理土の水セメント比と一軸圧縮強さの関係

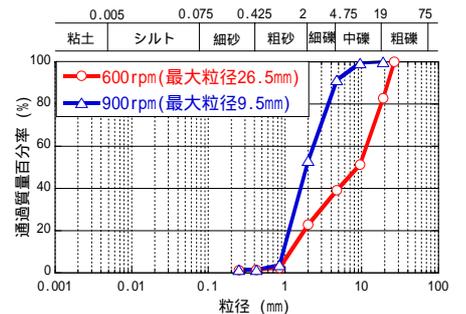


図-5 解きほぐし後の粒径加積曲線

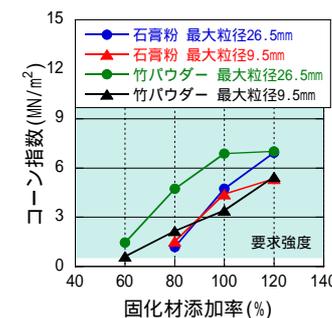


図-6 固化材添加率とコーン指数の関係

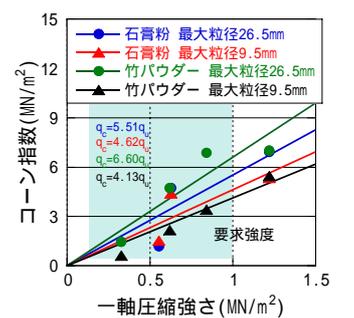


図-7 一軸圧縮強さとコーン指数の関係