

竹チップ・フレークの含水比が高含水比底泥の改良効果に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生会員 ○西田麻美

福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗

1.はじめに 著者ら¹⁾はこれまでに、竹チップ・フレークを用い、高含水比なため池底泥の含水比を低下させ、さらに効率的に改良する技術開発を行って来た。そこで本報告では、吸水材のみと吸水材と固化材の併用による吸水材の初期含水比の違いが底泥の改良効果に与える影響について報告する。

表-1 土質材料の試験結果

	明神ため池底泥	長場恵ため池底泥	熊本池底泥
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.533	2.571	2.42
自然含水比 w (%)	86.9	97.1	229.6
強熱減量 $fg-loss$ (%)	13.62	9.26	11.4
最大粒径 (mm)	19.0	2.0	-
細粒分含有率 F_c (%)	66.7	82.6	55.7
液性限界 w_L (%)	-	72.95	71
塑性限界 w_P (%)	-	29.81	56.3
塑性指数 I_p	-	43.13	14.6

2.実験概要

2-1 実験試料 土質材料は、明神ため池、長場恵ため池、熊本池から採取した底泥を用いた。これらの物理試験結果を表-1、粒径加積曲線を図-1に示す。3つの試料は全て自然含水比が高く、高有機質かつシルト分を多く含む土質試料である。固化材には、高含水比で高有機質土に効果的なセメント系固化材を用い、吸水材は、竹廃材をフレーク・チップ化した竹フレーク-A、B、竹チップの3種類を用いた。ここで、フレークとチップの区別は、最大長さ5mm以下の綿状繊維を50%以上含むか否かで判別を行った。また、3種類の吸水材の諸特性を表-2に示す。ここで吸水比²⁾ S_u とは、吸水材1gに対し吸水した水の重量比と定義としている。

2-2 実験方法

1)吸水材のみによる底泥の改良効果 吸水材のみを用いた改良効果の検討では、含水比が高く一軸供試体の作製が困難なため、コーン指数試験(JIS A1228)により、

表-3の条件に従って評価を行った。ここで今回の底泥の改良効果の目標強度は、トラックにおける運搬可能な強さを一軸圧縮強さ $q_u=30(\text{kN/m}^2)$ ³⁾を用い、コーン指数 $q_c=150(\text{kN/m}^2)(q_c \div 5q_u)$ により評価⁴⁾を行った。実験に用いた底泥の設定含水比は、液性限界 w_L の1.5倍の110%とした。吸水材添加率は底泥の絶乾質量に対する外割り配合で予備試験の結果 $q_c=150(\text{kN/m}^2)$ が得られる $B=74.5(\%)$ とし、吸水材含水比は絶乾状態から加工直後の含水比付近の $w_B=0 \sim 50(\%)$ 間で、10(%)ピッチで変化させた。供試体は、所定の含水比に調整した底泥に吸水材を混合・攪拌した後、3時間静置させ、十分吸水させる。その後、直径10cm、高さ12.5cmのコーン試験用モールドに3層に分けて突固めて作製した。なお、モールド内に突固める際は底泥の設定含水比が高く、各条件ともにオーバーコンパクションが想定されるため予備試験を行い、供試体の作製はタンピング法にて(各層8回)突固め後、コーン指数試験を行った。

2)吸水材と固化材による底泥の改良効果 改良土の力学特性は、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を用いて評価を行った。表-4に吸水材と固化材による底泥の改良を検討するための配合条件を示す。固化材と吸水材の添加率は、底泥の絶乾質量に対する外割り配合で行い、養生日数は気中養生7日間とした。供試体は、採取した底泥の含水比110%に調整後、吸水材と固化材を同時に添加・混合したものをを用いた。十分に攪拌混合後に直径5cm、高さ10cmのモールド内を3層に分け各層ごと25回床に叩くようにエネルギーを与え気泡が残らないように供試体を作製した。

3.実験結果及び考察

3-1 吸水材のみによる高含水比底泥の改良効果 図-2に吸水材含水比とコーン指数の関係を示す。また、図中に目標強度 $150(\text{kN/m}^2)$ 、目標強度が得られる際の吸水材含水比の範囲、目標強度が得られる最大の吸水材含水比を示している。竹フレーク・チップとともに吸水材含水比の増加に伴いコーン指数は低下している。竹フレーク-Aでは $w_B=10(\%)$ 以降、吸水材含水比の増加に伴い緩やかに低下しており、 $q_c=120(\text{kN/m}^2)$ 程で一定値に収束している。これに対し竹チップで

キーワード：浚渫土、竹フレーク、竹チップ、コーン指数試験、一軸圧縮試験

連絡先：〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 TEL:092-871-6631(内線 6464) FAX:092-865-6031

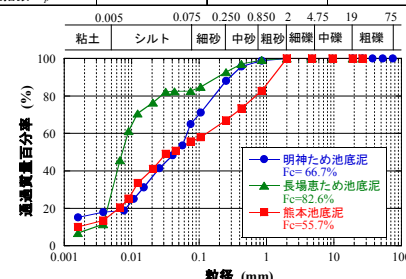


図-1 土質材料の粒径加積曲線

表-2 吸水材の諸特性

竹廃材の種類	竹フレーク-A	竹フレーク-B	竹チップ
写真			
自然含水比 w (%)	21.8	10.8	37.5
形状	最大長さ:20mm 綿状含有率:70%以上	最大長さ:20mm 綿状含有率:50%~60%	最大長さ:30mm
吸水比 S_u (%)	430.5	361.0	203.2

表-3 コーン指数試験条件

土質材料	設定含水比 w (%)	吸水材の種類	吸水材添加率 B (%)	吸水材含水比 w_B (%)	静置時間 t (hour)
長場恵ため池底泥	110 ($w_L \times 1.5$)	竹フレーク-A 竹チップ	74.5	0, 10, 20 30, 40, 50	3

表-4 一軸圧縮試験における配合条件

底泥の種類	設定含水比 w (%)	吸水材の種類	吸水材含水比 w_B (%)	吸水材添加率 B (%)	固化材添加率 C (%)	養生日数 t_s (day)
明神ため池底泥	100	竹フレーク-B	0, 10	0, 10	20, 30, 40	7
長場恵ため池底泥	125				10, 15, 20	
熊本池底泥	110	竹フレーク-A, B 竹チップ	0, 30, 50			

は、吸水材含水比の増加に伴いコーン指数が低下し続ける傾向を示している。これは水を保有する竹フレックの場合力を加えると圧縮変形により竹フレックが保持していた水が排出したため強度は急激に低下するが、吸水効果が高いため吸水材が底泥中の水分を吸収し一定値に収束したと考えられる。一方、竹チップの場合力を加えても圧縮変形が生じず吸水材が保持している水が排出されにくい、竹フレックと比べて吸水効果が低く、吸水材が底泥中の水を吸収しなかったため強度は低下し続けたと考えられる。このように水を保有する吸水材を混合させると、圧縮変形による吸水材中の水の排出・吸水が改良土の強度を大きく低下させることが示された。

3-2 吸水材と固化材による高含水底泥の改良効果 図-3 に一軸圧縮試験結果を示す。竹フレック-A は竹チップよりも延性的な破壊形態を示している。これは底泥内の竹フレックが特徴である綿状の繊維を含んでおり、かつフレック単体の剛性も小さいことから、圧縮応力を分散し、局所的な変形が生じ難い⁵⁾ことに起因していると考えられる。また、 $w_B=0\%$ は最も強度が大きく、竹の設定含水比の増加とともにピーク強度が低下している。これは、 $w_B=0\%$ の竹フレックが底泥中の水を吸水したため見掛け上、底泥に含まれる水分が減少しセメントの水和反応に影響を及ぼしたと考えられる。一方、竹チップでは、いずれの条件においても破壊時のひずみは竹フレック-A に比べて小さく、脆性的な破壊形態がみられる。これは竹チップ単体の剛性が起因していると思われる。また、混合・攪拌した際に竹チップの保持している水は排出されず、見掛け上の水セメント比(底泥中に含まれる水分量に対するセメント量の割合)が変化していないためと考えられる。図-4 に固化材添加率と一軸圧縮強さの関係について示す。竹チップと比較し竹フレック-A は設定含水比の増加に伴い、一軸圧縮強さは減少しており、固化材添加率が増加してもさほど改善が見られない。これは竹フレック-A が竹チップに比べ、圧縮変形により水を排出しやすいためセメントの水和反応に影響を及ぼしたと考えられる。一方、竹チップは設定含水比の増加に伴い、一軸圧縮強さに変化は見られない。これは、圧縮変形が生じにくいため竹チップが保持している水が排出されなかったからだと考えられる。以上から改良土を所定強度まで改良するには、フレック状の場合は初期含水比を低く設定する方が、改良効果が与えられると考えられる。図-5 に3つの異なる底泥に竹フレック-Bを用いた際の固化材添加率と一軸圧縮強さの関係を示す。いずれの土質材料においても、固化材添加率の増加に伴い強度は増加している。また、吸水材添加に伴い一軸圧縮強さが増加している。これは、竹フレックの吸水効果を利用することによって、同一強度を得るために必要なセメント量を削減できることを意味している。さらに吸水効果の高い竹フレック-A ではその効果が大きいことが(c)の結果からも分かる。

4.まとめ 1) 竹チップ・フレックの吸水能力の違いは改良土の強度に影響を及ぼす。2) 吸水材のみによる改良土の所定の強度を効果的に得るためには、吸水材の初期含水比を低く設定する方が有効である。また、3) 高含水比底泥のセメント固化処理において、吸水材を添加することによって固化材添加率を削減する効果がある。その効果は、土質材料が異なっても同じ傾向が得られる。4) 吸水材と固化材による改良では、吸水材の種類や加工時の含水比が改良後の強度変形特性に影響を与えることが判明した。

【参考文献】1) 星野ら:ため池底泥を用いた堤体補修材料の力学特性に与える固化材および助材の影響, 第45回地盤工学研究発表会, pp.491-492, 2010. 2) 加藤ら:PS 灰添加による泥土の改良に関する研究, 第40回地盤工学研究発表会, pp.677-678, 2005. 3) (社)セメント協会:セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第2版), p.154, 1994. 4) 地盤工学会:地盤調査法, p.225, 1995. 5) 森ら:古紙破砕材と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比泥土リサイクル工法の提案と繊維質固化処理土の強度特性, 素材と資源, Vol.119, No.4-5, 2003.

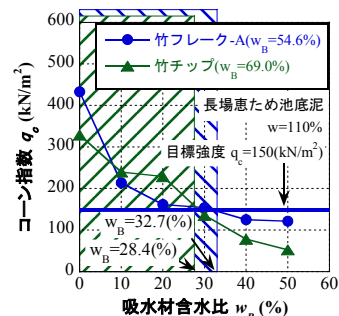


図-2 吸水材含水比とコーン指数

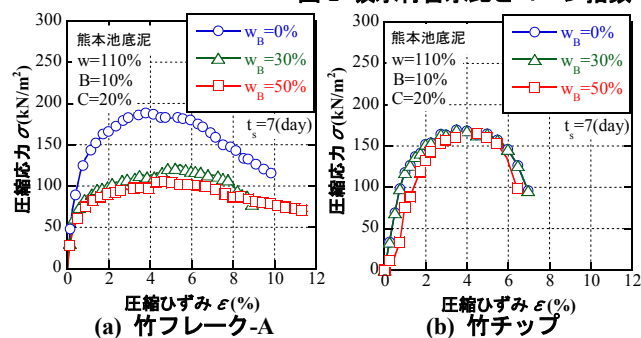


図-3 一軸圧縮試験結果(C=20)

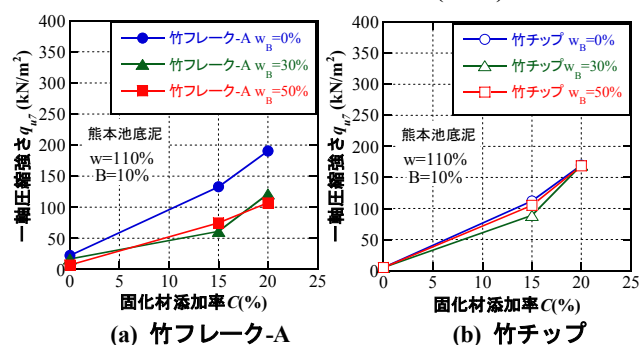


図-4 固化材添加率と一軸圧縮強さ

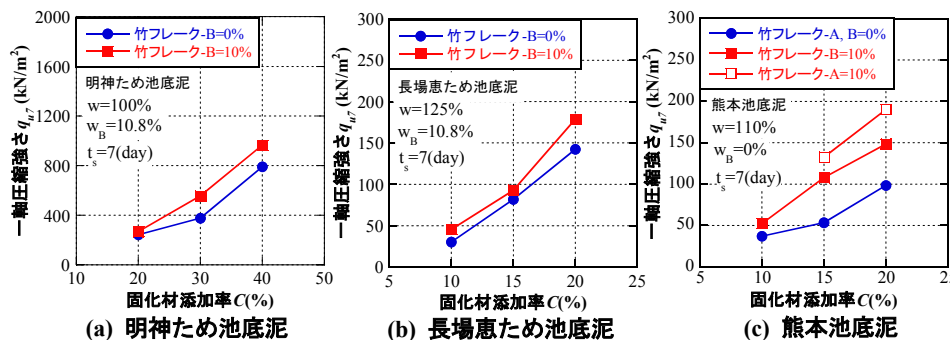


図-5 固化材添加率と一軸圧縮強さ(土質材料の影響)