

高含水比底泥改良土の力学特性に及ぼす竹吸水材の改良効果

福岡大学工学部 学生会員 草場健太 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 著者らは高含水比な底泥に竹廃材をフレーク・チップ化した吸水材を用いて運搬可能な材料に改良する研究を行っている。これまでに、吸水材の種類により改良に必要な吸水材の添加率の範囲が存在するという知見を得ている。そこで本研究では、高含水比な底泥に吸水材と固化材を添加し、吸水効果の作用によって少ないセメント添加による改良効果の検討を目的とする。本報告では 1) 吸水材の種類と初期含水比の違いが力学特性に与える影響、2) 吸水材添加による固化材添加率の削減効果について報告する。

2. 実験概要

2-1. 実験に用いた試料 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・チップ化した竹チップ、竹フレーク-A, B の3種類を用いた。ここで、竹フレークと竹チップの区別には、最大長さ 5mm 以下の綿状な繊維を 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¹⁾ 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. 実験検討方法

1. 吸水材の種類と含水比が力学特性に与える影響 吸水材を実施工で使用する際、気候や吸水材の保管状態に応じて吸水材含水比が異なってくる。

そこで、吸水材の初期含水比の違いが改良効果に与える影響を検討する。改良土の力学特性は、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を用いて評価する。表-3 に一軸圧縮試験に用いた配合条件を示す。吸水材は竹フレーク-A, B、竹チップを用い、吸水材添加率を 0, 10%、吸水材の設定含水比を 0, 30, 50%とした。固化材添加率は 15, 20%とし、固化材と吸水材の添加率は、底泥の絶乾重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。供試体の作製方法は、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。また、セメント添加率 C=0%の場合は、供試体が自立しないため $q_c \approx 5q_u$ という関係から²⁾ コーン指数試験により評価を行った。表-4 にコーン指数試験に用いた配合条件を示す。ここで、コーン指数試験の供試体は、含水比を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、十分吸水させた後に、直径 10cm、高さ 12.5 cm のコーン試験用モールドに 3 層に分け突固め作製した。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、供試体の作製はタッピング法にて(各層 8 回)突固め後、コーン指数試験を行った。

表-3 一軸圧縮試験配合条件 (吸水材含水比の影響)

底泥の種類	底泥の含水比 w (%)	吸水材の種類	吸水材添加率 B (%)	吸水材含水比 w_B (%)	固化材添加率 C (%)	養生日数 t_s (day)
熊本池底泥	110 ($w_L \times 1.5$)	竹フレーク-A 竹チップ	10	0	15	7
				30	20	
				50		

表-4 コーン指数試験配合

底泥の種類	底泥の含水比 w (%)	吸水材の種類	吸水材添加率 B (%)	吸水材含水比 w_B (%)	養生日数 t_s (day)
熊本池底泥	110 ($w_L \times 1.5$)	竹フレーク-A 竹チップ	10	0 30 50	3

表-5 一軸圧縮試験配合条件 (固化材添加率の削減効果)

底泥の種類	設定含水比 w (%)	吸水材の種類	吸水材添加率 B (%)	固化材添加率 C (%)
明神ため池底泥	100	竹フレーク-B	0, 5, 10	20, 30, 40
長場恵ため池底泥	125		0, 10	10, 15, 20
熊本池底泥	110			

(2) 吸水材添加による固化材添加率の削減効果 表-5 に吸水

表-1 物理試験結果

	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 I_g -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

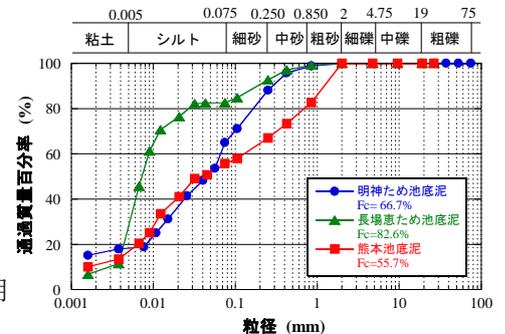


図-1 底泥の粒径加積曲線

表-2 吸水材の諸特性

竹廃材の種類	竹チップ	竹フレーク-A	竹フレーク-B
写真			
自然含水比 w (%)	37.5	21.8	10.8
形状	最大長さ: 30mm	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%
吸水比 S_u (%)	203.2	430.5	361.0

材添加による固化添加率の削減効果を検討するための配合条件を表-5に示す。供試体は、前述した方法と同様に作製した。

3. 結果及び考察

3-1. 吸水材の種類と含水比の違いが力学特性に与える影響

図-2に一軸圧縮試験結果を示す。竹フレーク-Aは竹チップよりも延性的な破壊形態を示している。これはフレークの特徴である綿状の繊維を含んでいるため、圧縮応力を分散し、局所的な変形が生じ難い³⁾ことに起因していると考えられる。また、 $w_B=0\%$ が最も強度が大きく、設定含水比低下とともにピーク強度と破壊ひずみが増加している。これは、竹フレークの吸水効果が低下したことが原因と考えられる。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ーク-Aに比べ小さく、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が移動せず、セメントの水和反応に影響を及ぼさなかったため脆性的になったと考えられる。図-3に固化材添加率と一軸圧縮強さの関係について示す。どちらの吸水材においても設定含水比の増加に伴い、一軸圧縮強さは減少している。また、竹フレーク-Aの方が、その低下率は大きく、固化材添加量が増加してさほど改善が見られない。今回の結果から改良土の所定の強度を得るためには、竹チップ・フレークの吸水材の初期含水比は低く設定する方が有効であることが示された。

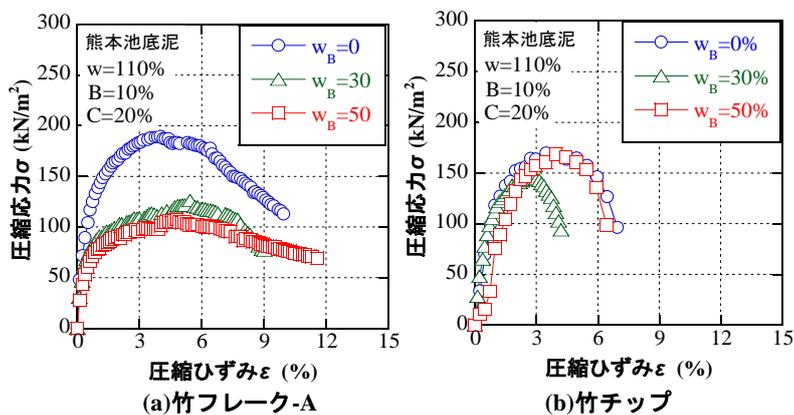


図-2 一軸圧縮試験結果(C=20%)

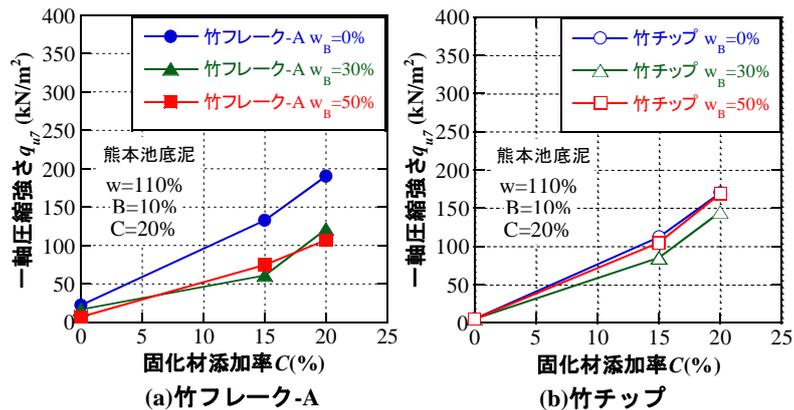


図-3 固化材添加率と一軸圧縮強さ

3-2. 吸水材添加による固化材添加率の削減効果

図-4に3つの土質材料に竹フレーク-Bを用いた際の固化材添加率と一軸

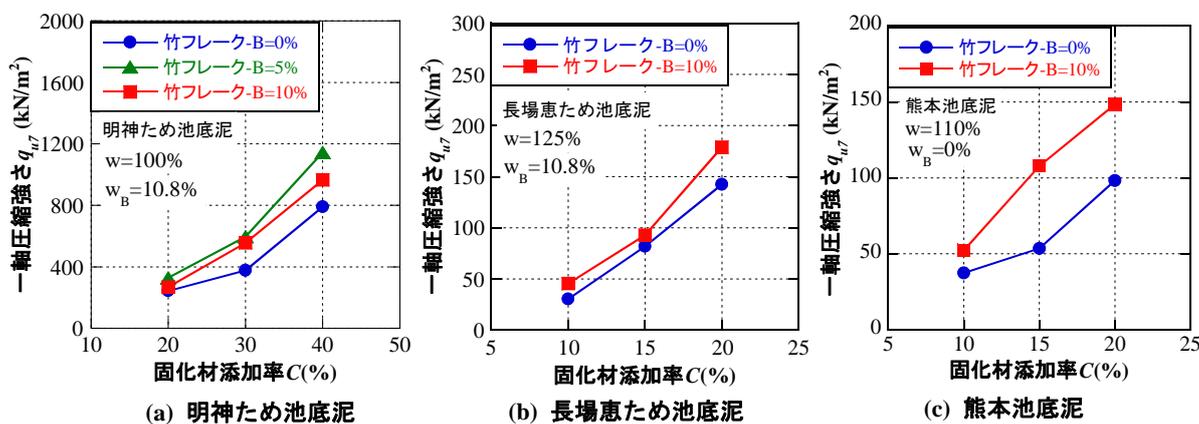


図-4 固化材添加率と一軸圧縮強さ(土質材料の影響)

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ことが分かる。また、吸水材を添加量の増加に伴って一軸圧縮強さが増加していることが分かる。このことから、所定の強度を得るためには、吸水材を添加することによって、固化材添加率の削減が可能である事が分かる。

4. まとめ 1) 吸水材を添加することで固化材添加率の削減に効果がある。また、土質材料が異なっても同じ傾向が得られる。2) 改良土の所定の強度を得るためには、竹チップ・フレークの吸水材の初期含水比は、低く設定する方が有効であり、さらに少量のセメントで改良が可能であることが明らかになった。

【参考文献】1) 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, 2005.7
2) 地盤工学会: 地盤調査, p.225, 1995. 3) 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.