

チップ・フレーク化した竹廃材の吸水特性を用いた高含水比底泥の改良効果

福岡大学大学院 学生会員 西田麻美

福岡大学工学部 学生会員 草場健太

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¹⁾、吸水効果を有する竹廃材を加工し、チップ・フレーク化したものを吸水材として高含水比で軟弱な浚渫土に混合し、泥土の含水比を安価かつ効率的に低下させ、改良することを提案している。そこでまず、竹廃材をチップ・フレーク化した吸水材のみを用いて高含水比で軟弱な泥土に添加・混合し、吸水脱水による地盤改良効果についてコーン貫入試験の結果から検討した結果に報告する。

2. 実験概要

2-1. 実験試料 土質材料には、佐賀県の長場恵ため池から採取した底泥を用いた。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、 $Ig-loss=9.26\%$ と高有機質であり、 $F_c=82.6\%$ とシルト分を多く含んだ材料である。底泥の含水比を低下させる吸水材には、伐採された竹を植繊機で加工し、綿状を含んだ竹フレーク-Aと形状の異なる竹チップを用いた。竹フレークと竹チップの区別は、長さが5mm以下の綿状の繊維を全体の質量に対し50%以上含有するか否かにより行っている。表-2に2種類の吸水材の諸特性を示す。ここで吸水比 S_u とは、絶乾状態の吸水材1gに対し吸水した水の質量比と定義としている。

2-2. 実験方法 底泥の吸水材を用いた改良効果の検討では、供試体では自立しないため、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 $q_u=30(kN/m^2)$ ³⁾を用い、コーン指数 $q_c=150(kN/m^2)$ ($q_c \doteq 5q_u$)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自然含水比の状態では10~100(%)の範囲で混合し検討を行った。また、吸水材の含水比の違いが力学特性に与える影響について表-4に示す条件を用いて検討した。吸水材添加率は、予備試験の結果 $q_c=150(kN/m^2)$ が得られる $B=74.5(%)$ とし、吸水材含水比は絶乾状態から自然含水比付近の $w_B=0\sim50(%)$ 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⁵⁾した。

3. 実験結果及び考察

3-1. 吸水材による改良効果

図-2に吸水材添加率とコーン指数の関係を示す。図中には、目標強度である $q_c=150(kN/m^2)$ と自然状態の吸水材のみで実施したコーン指数試験の結果を示している。また、目標強度に改良するために必要な吸水材添加率の範囲を矢印で表し、目標強度が得られる最小の吸水材添加率を図中に示す。改良土のコーン指数は、吸水材添加率の増加に伴い一旦増加し、ピークを示した後、減少する傾向を示す。竹フレーク-Aは、竹チップより少ない添加率で、目標強度以上の

表-1 物理試験結果

	長場恵ため池底泥
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.571
自然含水比 w (%)	97.1
強熱減量 $Ig-loss$ (%)	9.26
最大粒径 (mm)	2.0
細粒分含有率 F_c (%)	82.6
液性限界 w_L (%)	72.95
塑性限界 w_P (%)	29.81
塑性指数 I_P (%)	43.13

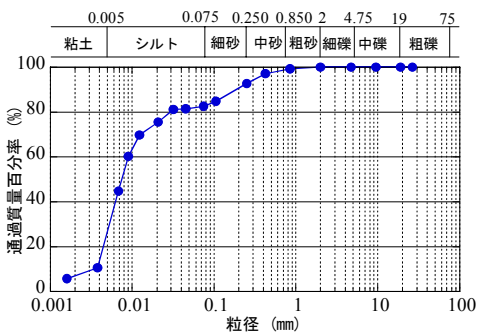


図-1 粒径加積曲線

表-2 吸水材の諸特性

竹廃材の種類	竹フレーク-A	竹チップ
写真		
自然含水比 w (%)	21.8	37.5
形状	最大長さ: 20mm 綿状含有率: 70%以上	最大長さ: 30mm
吸水比 S_u (%)	430.5	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 (%)	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	10~100	3

表-4 吸水材含水比の違いによる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

改良効果を示している。これは竹フレーク-Aの持つ高い吸水性が改良土の強度を増加させたと考えられる。一方、竹チップは目標強度が得られる吸水材添加率が大きく、その範囲が広い。これは綿状でかつ吸水効果の高い竹フレーク-Aは、添加率の少ない状態において底泥から吸水により改良土の強度を竹チップより上昇させる。しかし、添加率が増え、ピーク強度後における改良土の強度は、個別単

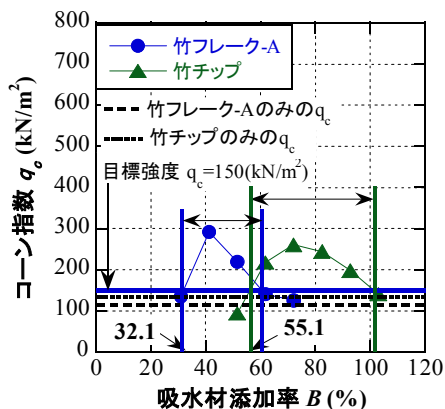


図-2 吸水材添加率とコーン指数の関係

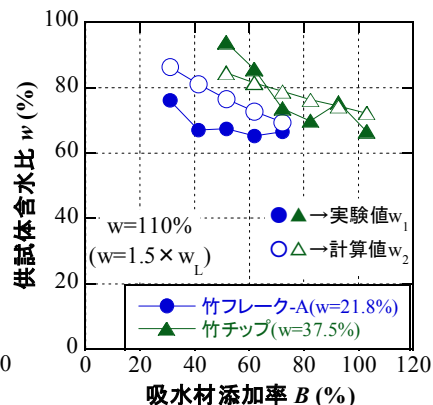


図-3 吸水材添加率と供試体含水比の関係

体の強度の小さい竹フレーク自体の強度が支配的となり、大きく低下する。一方、竹チップは吸水効果が小さく、個別単体の強度が大きいため改良効果が小さいが、添加率が大きくなると、改良土の強度が大きくなると考えられる。図-3 に実験で求められた供試体含水比 (w_1) と混合前の底泥と吸水材の配合量から計算した供試体含水比 (w_2) の比較を行った結果を示す。竹フレーク-Aは、計算値より実験値が低いのに対し竹チップはほぼ等しい事が分かる。これは、綿状構造である竹フレークは、一旦保水すると 110℃24 時間の乾燥では竹繊維の内部まで乾燥されないためと考えられる。一方、竹チップは添加率が増加すると同じ傾向が現われている。このように竹の吸水効果は高く、その効果はチップ・フレーク構造の違いに大きく左右されると考えられる。

3-2. 吸水材含水比の違いによる影響 吸水材の初期含水比が吸水比に及ぼす影響を図-4 に示す。また、図中に吸水比の最大と最小の差 ΔS_u を示す。いずれの条件においても吸水材の設定含水比の増加に伴い吸水比は減少している。竹チップよりも竹フレーク-Aの方が吸水材含水比の増加による吸水比の低下量大きいことも分かる。これは吸水材の含水比を調整する綿状構造であるフレークの場合、チップとは異なり含水比調整の際にフレークが玉状となり、吸水効果が低下することが原因と思われる。図-5 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(kN/m²)、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。このように水を保有する吸水材を混合させると、吸水材中の水の移動が改良土の強度を大きく低下させることが示された。また、竹フレークと竹チップの保水能力の違いがコーン指数に現われた結果、強度低下をもたらしたと言える。

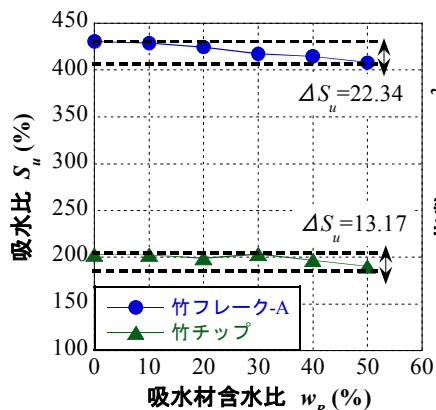


図-4 吸水材含水比と吸水比の関係

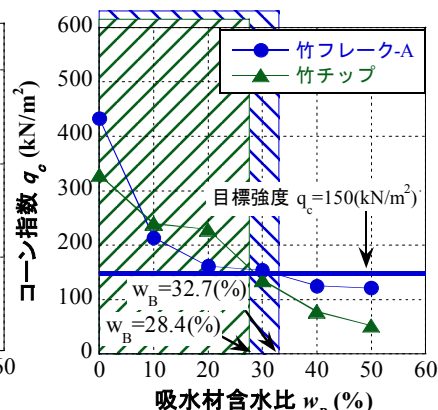


図-5 吸水材含水比とコーン指数の関係

図-5 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(kN/m²)、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。このように水を保有する吸水材を混合させると、吸水材中の水の移動が改良土の強度を大きく低下させることが示された。また、竹フレークと竹チップの保水能力の違いがコーン指数に現われた結果、強度低下をもたらしたと言える。

4. まとめ 1) 竹フレーク・チップを添加することで高含水比な底泥を改良することができる。また、竹の吸水効果は高く、その効果はチップ・フレーク構造の違いに大きく左右される。2) 水を保有する吸水材を混合させると、竹フレークと竹チップの保水能力の違いが改良土の強度に影響を及ぼすことが示された。

【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) 草場ら：高含水比底泥改良土の力学特性に及ぼす吸水材の改良効果の検討，平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会(投稿中)