

竹吸水材の種類と形状が高含水比粘性土の改良効果に与える影響

福岡大学 学生会員 石橋雅大 西田麻美

福岡大学 正会員 佐藤研一 藤川拓朗 古賀千佳嗣

1.はじめに 西日本各地で放置竹林の問題が発生しており、伐採された竹廃材の有効利用が求められている。これまでの研究¹⁾により、チップ・フレーク化した竹は吸水効果を有することが分かっている。著者らはこれまでに、この吸水特性を活かし、浚渫された高含水比な土砂を運搬可能な材料へ改良することを提案している。そこで、本報告では、竹廃材を各種破碎方法でチップ化された様々な形状の吸水材を用い、吸水材のみによる運搬可能な材料への改良効果の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1. 実験試料 土質材料には、表-1 に示すカオリン粘土を用いた。カオリン粘土の含水比を低下させる吸水材には、伐採された竹廃材を3種類の破碎機により破碎・植織された8種類の吸水材を用いた。

表-2 に吸水材の諸特性を示す。破碎方法1における区別には、最大長さ 5mm 以下の綿状な繊維を全体の質量に対して 50%以上含むか否かで判別を行った。破碎方法2と破碎方法3における区別には、最大長さが大きい順から A,B,C と示しており、破碎方法3の B,C においては、竹廃材を二次破碎1回と二次破碎2回行ったものを用いた。また、破碎方法3(A)は形状が大きく、土質材料との混合が困難であったため本報告においては使用しないこととした。吸水材の吸水比は形状や綿状含有率によって異なり、約70~430%と広範囲である。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。表-2 に示すように、破碎機によってチップ化された吸水材には様々な形状と大きさがあり、目的に応じた利用が可能であることが分かる。

2-2. 実験方法 吸水材のみを用いた改良効果の検討では、供試体が高含水比なため自立しない。そのため、コーン指数試験(JISA1228)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 $q_c=150(\text{kN/m}^2)$ により評価

($q_c \div 5q_u$)⁴⁾を行った。カオリン粘土の設定含水比は液性限界 w_L の2.0倍の110%とした。また、吸水材は加工時の状態のものを用いた。所定の含水比に調整したカオリン粘土と吸水材添加率 $B=30\sim80(\%)$ 間で混合・攪拌した後、3時間静置させ、十分吸水させる。その後、供試体は、直径10cm、高さ12.5cmのコーン試験用モールドにタンピ

表-1 物理試験結果

	カオリン粘土
土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.731
自然含水比 $w (\%)$	-
強熱減量 $Ig-loss (\%)$	3.11
液性限界 $w_L (\%)$	51.72
塑性限界 $w_P (\%)$	34.32
塑性指数 $I_P (\%)$	17.4

表-2 吸水材の諸特性

竹廃材の種類	破碎方法1 (A)	破碎方法1 (B)	
	竹フレーク	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	

竹廃材の種類	破碎方法2 (A)	破碎方法2 (B)	破碎方法2 (C)
写真			
自然含水比 $w (\%)$	11.9	12.0	12.2
形状	最大長さ:6mm	最大長さ:4mm	最大長さ:2mm
吸水比 $S_u (\%)$	273.5	300.6	302.4

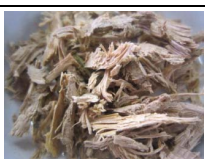
竹廃材の種類	破碎方法3 (A)	破碎方法3 (B)	破碎方法3 (C)
写真			
自然含水比 $w (\%)$	12.2	11.1	10.7
形状	最大長さ:80mm	最大長さ:30mm	最大長さ:20mm
吸水比 $S_u (\%)$	69.0	189.1	249.2

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	吸水材の含水状態	吸水材添加率 $B (\%)$	静置時間 $t (\text{hour})$
カオリン粘土	110($w_L \times 2.0$)	破碎方法1 (A) 破碎方法1 (B) 破碎方法2 (A) 破碎方法2 (B) 破碎方法2 (C) 破碎方法3 (B) 破碎方法3 (C)	加工時	30~80	3

ング法にて(各層 8 回)、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カオリン粘土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を生じさせない程度に同一含水比ごとに同一エネルギーで締固め後、コーン指数試験を行った。また、吸水材のみのコーン貫入抵抗値の試験は、各吸水材における自然含水比状態の吸水材を用い、コーン貫入試験用モールドにタンピング法により作製した。

3. 結果及び考察 図-1 に吸水材添加率とコーン指数の関係を示す。図中には、トラックが運搬可能な強度とされる $q_c=150(\text{kN/m}^2)$ を実線で示す。また、目標強度が得られる最小の吸水材添加率を図中に示す。いずれの吸水材においても、吸水

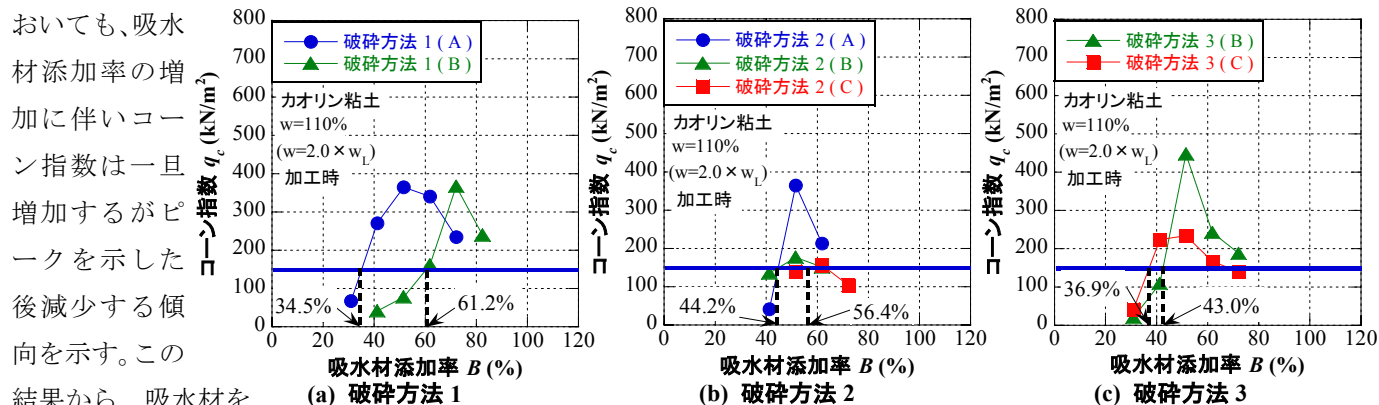


図-1 吸水材添加率とコーン指数の関係

混合することで改良の効果はあるが、一定量以上の吸水材の混合は逆に強度低下を生じさせることが分かる。次に、竹の形状や吸水特性が高含水比底泥の改良効果に及ぼす影響に着目する。まず、最大長さと吸水材のみのコーン貫入抵抗値について図-2 に示す。図-1 及び図-2 に示す同一破砕方法において、最大長さが大きく、かつコーン貫入抵抗値が大きい吸水材ほどピーク強度が大きくなることが分かる。次に、コーン貫入値のこれらの結果を用い、高含水比な底泥を

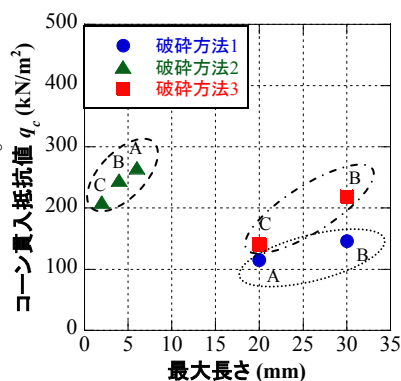


図-2 最大長さと吸水材のみのコーン貫入抵抗値の関係

運搬可能な材料に改良するために必要な吸水材添加率に着目する。図-3 に吸水比と目標強度を満足する吸水材の必要添加率の関係を示す。同一破砕方法において、吸水比が高い吸水材ほど目標強度を満たす吸水材の添加率が小さいことが分かる。しかし、破砕方法 2 においては、いずれの吸水材も他の破砕方法よりも非常に形状が細かく、吸水比にほぼ差がないことから、吸水比のみでは評価し難いことが分かる。そこで、吸水材の持つ強度を評価するために、図-4 に吸水材のみのコーン貫入抵抗値と目標強度を満足する吸水材の必要添加率の関係を示す。破砕方法 2 においては、吸水材のみのコーン貫入抵抗値が大きいほど、吸水材添加率は小さくなることが分かる。以上の結果から、吸水材の必要添加率は、吸水比と吸水材のみのコーン貫入抵抗値を用いて評価する必要があることが示唆された。

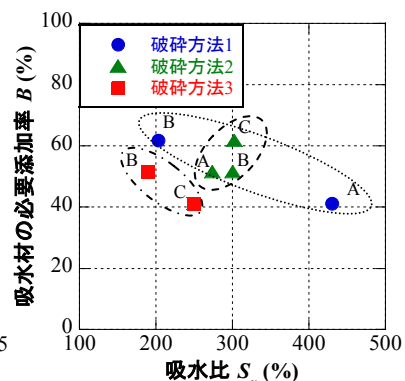


図-3 吸水比と最小添加率の関係

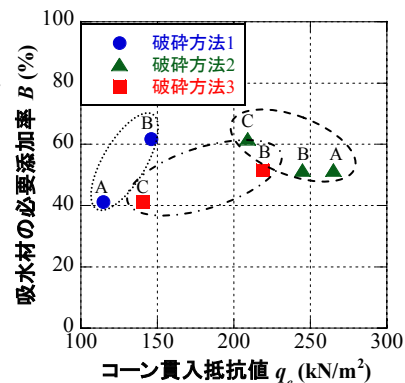


図-4 吸水材のみのコーン貫入抵抗値と最小添加率の関係

4. まとめ 1) 竹吸水材のみによる高含水比底泥の改良効果は、いずれの破砕形状においても改良効果は得られるが、一定量以上の吸水材の混合は逆に強度低下を生じさせる事が示された。2) 同一破砕方法の改良効果は、竹吸水材の最大長さが長く、コーン抵抗値が高い方が大きくなる。また、吸水比が高い吸水材ほど少ない添加率で所定の強度への改良が可能である。3) 破砕形状が小さく、吸水効果の高い竹吸水材は、少ない添加率で改良効果を発揮するが、吸水材のみのコーン貫入抵抗値を用いて改良効果を評価することが必要である。

【参考文献】 1) 西田ら:チップ・フレック化した竹廃材の吸水特性に着目した高含水比底泥の改良効果, 第 10 回地盤改良シンポジウム, pp.435-438, 2012. 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.