

供試体作製方法の違いに着目した竹チップ混合固化処理土の強度特性

福岡大学大学院

学生会員 ○村尾 勇成

福岡大学工学部

正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣

1. はじめに 著者らはこれまでに高含水比な粘性土に対し、竹チップを混合し、固化処理を施した竹チップ混合固化処理土の材料特性の検討を行い、その有効性を示している¹⁾。さらに、チップ化された竹においてチップ繊維長が竹チップ混合固化処理土の強度変形特性に大きく依存していることを明らかにしている²⁾。この竹チップの吸水性によって地盤改良を行う方法は、対象地盤の含水比に影響を受ける。そのため液性限界程度の低含水比の粘性土を改良し、処理土の利用時には締固めの方法により地盤密度が異なることが想定される。そこで本報告では、液性限界付近の含水比に調整した粘性土を用い、供試体作製方法の違いが竹チップ混合固化処理土の強度特性に及ぼす影響について検討を行った結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 土質試料はカオリン粘土を用いた。

粘土の物理特性を表-1に示す。竹チップは竹専用粉砕機にてカッティングフィルターの目が円形20mmのものを用い、チップ化したものを60℃の炉乾燥で2日間乾燥させて使用した。チップの繊維長が2-35mmのものを用いた。写真-1に竹チップの外観を示す。

表-1 カオリン粘土の物理特性

	カオリン粘土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.731
自然含水比 w (%)	-
強熱減量 I_g -loss (%)	3.11
細粒分含有率 F_c (%)	100.00
液性限界 w_L (%)	51.72
塑性限界 w_p (%)	34.32
塑性指数 I_p (%)	17.40

写真-1 竹チップの外観



2-2 タッピング法

における竹チップ混合固化処理土の強度特性 供試体作製方法の違いにおける竹チップ混合固化処理土の強度・変形特性を検討するにあたり、

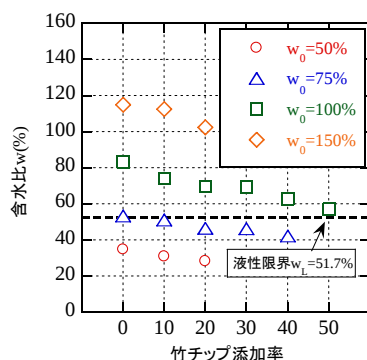


図-1 含水比と竹チップ添加率の関係

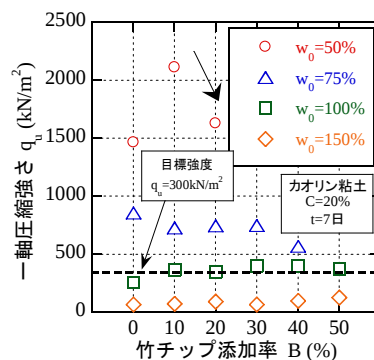


図-2 一軸圧縮強さと竹チップ添加率の関係

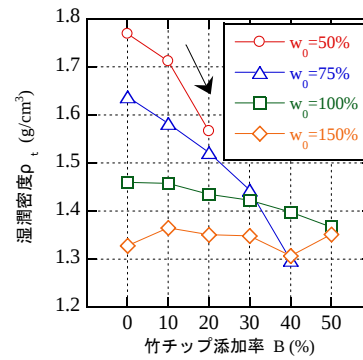


図-3 湿潤密度と竹チップ添加率の関係

従来の検討結果を示す。図-1に吸水後の粘土の含水比と竹チップ添加率の関係を示す。粘土の初期含水比に関わらず竹チップ添加率の増加に伴い、含水比は低下傾向を示し、竹チップの吸水効果を確認することができた。図-2に一軸圧縮強さと竹チップ添加率の関係を示す。いずれの条件においても竹チップ添加率の増加に伴い、一軸圧縮強さは増加を示した後減少する傾向にある。また、初期含水比の低い条件程、竹チップ添加率の増加に伴う強度低下を起こした際の低下幅が大きいことがわかる。次に、図-3に湿潤密度と竹チップ添加率の関係を示す。いずれの条件においても竹チップ添加率増加に伴い、湿潤密度は低下傾向を示す。これは、粘土中の水分が吸水され、粘性が低下し、供試体密度が大幅に低下していることがわかる。このような供試体密度変化は、タッピング法の供試体作製方法においては、土粒子主体の骨格も持つ供試体から竹チップ主体の骨格をもつ構造になり供試体全体に空隙が生じたことが要因である。そして、初期含水比の低い条件程、この傾向が顕著に出ていることがわかる。そこで本検討では、大幅に密度低下、強度低下を起こした初期含水比 $w_0=50\%$ に着目し、供試体作製方法として締固め回数を変化させた締固めによる供試体作製を用いて竹チップ混合固化処理土の強度特性について検討を行った。

キーワード 竹チップ, 締固め, 一軸圧縮試験

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈8丁目19-1 福岡大学工学部 TEL092-871-6631(内線:6464)

2-3 検討内容及び実験方法 本検討では、締固め法を用いた竹チップ混合固化処理土の強度・変形特性の検討として一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。表-2に竹チップ混合固化処理土の供試体作製条件を示す。供試体の作製方法は、初期含水比に調整した粘土と竹チップを攪拌混合し、竹チップの吸水効果が安定して発揮される 12 時間静置した³⁾。その後、所定の固化材 C=20%を添加し、それぞれ攪拌混合し、締固めにて行った。締固めエネルギーの変化においては、締固めエネルギー $E_c \approx 550 \text{ kJ/m}^3$ とな

る質量 1.5kg、落下高さ 20cm のランマーで 1 層あたり 12 回締固めた場合を基準とし、締固め回数を 2 倍(24 回: $E_c \approx 1100 \text{ kJ/m}^3$)、3 倍(36 回: $E_c \approx 1650 \text{ kJ/m}^3$)と変化させ検討した。

3. 実験結果及び考察 図-4(a), (b)に一軸圧縮試験結果を示す。(a)の竹チップ添加率に着目するとタッピング法による供試体作製では、竹チップ添加率 B=20%において強度低下を示した(図-2)が、竹チップ添加率の増加に伴い、圧縮応力の増加を確認することができる。次に、(b)の締固めエネルギーの大きさ影響に着目すると、B=20%においては、締固めエネルギーの増加に伴い、圧縮応力は増加傾向を示している。図-5に一軸圧縮強さと締固めエネルギーの関係を示す。ただし、留意点として締固めエネルギーの増加に伴い、オーバコンパクションを起こし、供試体作製が困難となった条件については検討を行っていない。また、タッピング法による一軸圧縮強さを実線で示す。タッピング法においては、竹チップ添加率の増加に伴う一軸圧縮強さの低下傾向が見られたが、締固めを行うことにより強度低下が改善され、竹チップの添加に伴う強度増加を確認することができる。

また、竹チップ添加率 B=20%において、締固めエネルギーの増加に伴い、一軸圧縮強さは増加傾向を示している。一方、竹チップによる吸水効果が小さい B=10%では、締固め法が適していないこともわかる。図-6に湿潤密度と竹チップ添加率の関係を示す。タッピング法に比べ竹チップ添加に伴う湿潤密度の低下傾向は緩やかになっている。竹チップ添加率 B=20%において、タッピング法においては、大幅な密度低下を起こしたのに対し、締固め法では $E_c \approx 1650 \text{ kJ/m}^3$ において最も高い密度を示している。この密度改善効果により、図-5に示した一軸圧縮強さも高い値を示していることがわかる。このように竹チップ添加率が増加し、竹チップが供試体内において支配的になった場合においても、締固めを行い密度の低下を改善することで竹チップの添加による強度改善効果を得ることが示された。

4. まとめ 竹チップ添加率の増加に伴い、改良土の地盤の密度の低下を引き起こす場合、締固めによる密度増加によって改良土の強度を増加させることができることが示唆された。

【参考文献】1)米丸ら:竹の状態に着目した港湾浚渫土の改良効果の検討,第 50 回地盤工学研究発表会,pp576-577. 2)西田ら: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 9 回環境地盤シンポジウム,pp.251-254. 3)米丸ら:竹チップ混合固化処理土の強度・変形特性, 第 12 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.337-340, 2016.4)セメント系固化材による地盤改良マニュアル第 4 版, pp.83-84,248, 2012.

表-2 竹チップ混合固化処理土の供試体作製条件

土質試料	設定含水比 w(%)	固化材添加率 C(%)	竹チップ添加率 B(%)	締固めエネルギー (kJ/m ³)	養生日数 t(日)
カオリン粘土	50	20	0	550	7
			10	1100	
			20	1650	

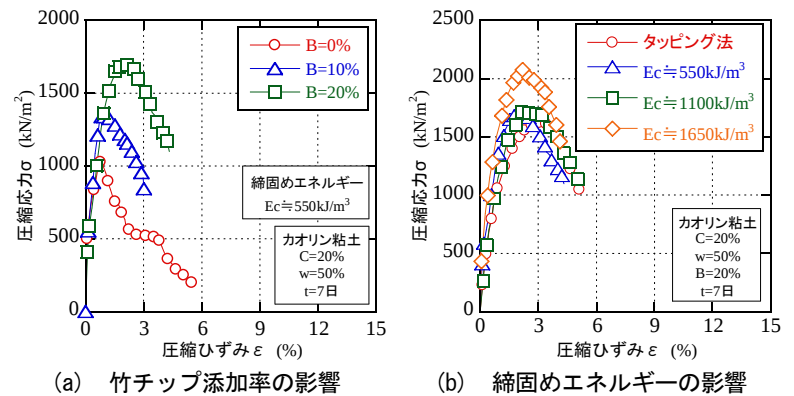


図-4 一軸圧縮試験結果

