

竹チップ混合固化土の混合方法による改良効果の検証

福岡大学工学部 学生会員 ○山下 航
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 近年、西日本を中心に生息領域を拡大している竹は、繁殖力と竹林従事者の減少による放置竹林の問題から、定期的な伐採と有効利用法が求められている。これまでに、著者らは高含水比な軟弱土に対し、竹チップを混合することで運搬可能な強度まで改良できることを示している¹⁾。また、竹チップ混合固化土は、竹チップの吸水効果と引張り補強効果により一軸圧縮強度が増加し、靱性効果により延性的破壊挙動を示すこと²⁾を確認している。しかし、竹は質量が軽く、竹チップ添加率の増加に伴い単位体積あたりの密度は低下するため、竹チップの改良効果を観取しにくい。そこで本研究では、従来の実施工を想定した外割の質量比による配合に加え、供試体密度と水分割合に着目した混合方法を用いて、竹チップ混合による改良効果の検証を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料 土質試料

としてカオリン粘土を使用した。表-1にカオリン粘土の物理特性を示す。また、補強材には小型竹専用粉砕機にて、カッティングフィルターの円形20mm目を用い、長さの範囲が2-35mmにチップ化した竹チップを使用した。固化材には高炉セメントB種を使用した。

表-1 物理特性

	カオリン粘土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.731
強熱減量 Ig-loss (%)	3.1
細粒分含有率 Fc (%)	100.0
液性限界 w_L (%)	51.7
塑性限界 w_P (%)	34.3
塑性指数 I_P	17.4

表-2 配合条件

粘土試料	混合方法	初期含水比 w_0 (%)	固化材添加率 C (%)	竹チップ添加率 B (%)	養生日数 (日)
カオリン粘土	混合方法1	75 (粘土試料に対して)	20 (粘土試料に対して)	10 30 50 (粘土試料に対して)	7
	混合方法2	70 60 50 (粘土試料と竹と固化材に対して)	20 (粘土試料に対して)		
	混合方法3	75 (粘土試料と竹に対して)	20 (粘土試料と竹に対して)		

2-2 供試体作製方法 表-2に配合条件を示す。供試体は直径5cm、高さ10cmの円柱供試体を使用した。固化材添加率は20%とした。竹チップ添加量の変化による強度変化を考慮し、竹チップ添加率B=10, 30, 50%とした。供試体の作製方法は、含水比調整したカオリン粘土に竹チップを添加し、12時間静置³⁾後に固化材を添加混合し、モールド内に3層で各層25回のタッピング法により供試体を作製した。供試体の養生期間は、7日間とした。

2-3 検討内容 今回は、混合時の材料割合を変化させた3つの混合方法を用いた。図-1(a)～(c)に混合方法、図-2に竹チップ混合固化土の各材料の質量割合を示す。混合方法1は、実施工を想定した従来の混合方法であり、粘土の初期含水比を $w_0=75\%$ 一定とし、竹チップと固化材を粘土試料の乾燥質量に対する外割で添加している。改良効果の評価には、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を用いた。

1) 同一密度における改良効果の検討 従来の混合方法1は、竹チップの添加に伴い供試体密度が変化し、改良効果の検討が難しい。そこで、混合方法2を用い、粘土試料と竹チップと固化材を全乾燥質量として、含水比を調整した。含水比は、竹チップ添加率を他の方法と同一にするために、B=10, 30, 50%に対して、 $w_0=70, 60, 50\%$ とした。竹チップと固化材は、粘土試料の乾燥質量に対する外割といている。以上により、竹チップ混合固化土の同一密度の供試体を作製し改良効果の検討を行った。

2) 同一水分量による改良効果の検討 従来の混合方法1は、竹チップと固化材を外割で配合するため、粘土試料と竹チップに対する水分量が異なる。そこで、混合方法3を用い、竹チップと粘土試料の質量合計を一定とし、改良効果の検討を行った。含水比は、竹チップと粘土試料の乾燥質量に対する割合($w_0=75\%$)とし、竹チップ添加率は粘土試料の乾燥質量に対する内割としている。ただし、竹チップの添加量は他の混合方法と同質量としている。

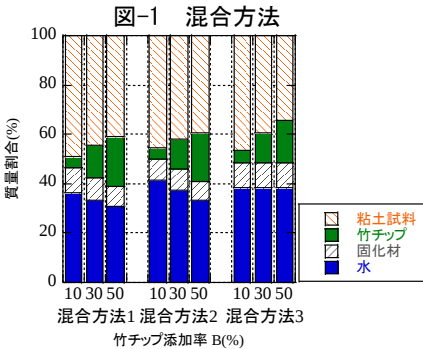
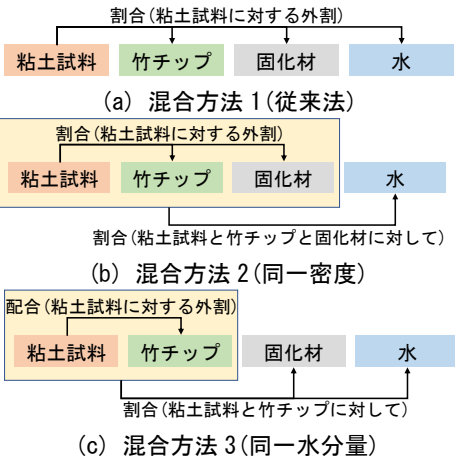


図-2 各材料の質量割合

キーワード 竹チップ, 供試体密度, 水分割合

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部 TEL 092-871-6631 (内線 6464)

3. 実験結果及び考察

1) 同一密度における改良効果の検討 図-3 に竹チップ添加率と竹チップ混合固化土の乾燥密度の関係を示す。混合方法2では、竹チップ添加量を増加させてもほぼ同一密度で供試体を作製できていることが確認できる。一方、混合方法1では、竹チップ添加率の増加に伴い、固化土密度が低下している。図-4 に混合方法1と2における一軸圧縮試験結果を示す。いずれの混合方法でも明確なピーク強度はみられず、ひずみに伴い緩やかに圧縮応力が増加していることがわかる。混合方法に着目すると、いずれも竹チップ添加率の増加に伴い、圧縮応力の増加傾向がみられる。また、

図-5 に竹チップ添加率と水セメント比の関係を示す。なお、ここで示す水セメント比は、竹の吸水効果を考慮していない。混合方法2では、密度を一定にするため含水比を調節しており、竹チップ添加率の増加に伴い、水セメント比が減少している。また、混合方法1と比較すると高い値を示している。ほぼ同一密度の供試体である混合方法に2において、竹チップ添加率の増加とともに固化土が強度発現したのは、水セメント比の低下と竹チップの吸水性が作用したことが要因と示唆される。一方、従来法である混合方法1では、竹チップ添加率にともない竹チップの吸水性と竹チップの骨格構造形成にともなう剛性力が働いたことが要因と考えらる。今回の検討により、竹チップ添加に伴う強度発現の要因が竹チップの添加量によって異なることが示された。

2) 同一水分量による改良効果の検討 図-6 に竹チップ添加率と実験時の固化土供試体の含水比の関係を示す。混合方法1では、竹チップ添加率の増加に伴い、含水比は減少している。一方、混合方法3では、竹チップ添加率の増加に伴う含水比はほぼ一定であることが確認できる。また、図-5 に示すように、混合方法1と3の種類によらず水セメント比は一定である。次に、図-7 に混合方法1と3における一軸圧縮試験結果を示す。混合方法3では、竹チップ添加率の増加にともない圧縮応力は低下し、大きな強度発現がみられない。

これは、図-5 に示した含水比が同程度であることが要因と考えられる。また、混合方法1と3を比較すると、混合方法1の方が高い強度発現を示している。これらは、セメントが作用する粘土試料の全体の割合が関係していると考えられる。そこで、図-8 に竹チップ添加率と土セメント比の関係を示す。混合方法1では、土セメント比は一定である。一方、混合方法3では、竹チップ添加率の増加に伴い、土セメント比は減少している。このように同一の水分量で水セメント比が一定であっても、固化材が作用する粘土試料が少ない場合では、改良効果が低くなることが示された。したがって、竹チップの過度な添加は固化材の固化効果の妨げとなることから、粘土試料とその含水量に対する適度な竹チップの添加量を見出す必要があることが明らかとなった。

4. まとめ 1) 同一供試体密度における竹チップの改良効果が確認でき、竹チップ添加量により、吸水、引張補強効果、チップの剛性による強度発現の要因が異なることが示された。2) 竹チップの過度な添加は固化材の固化効果の妨げとなる場合があるため、土セメント比に留意し、配合割合を決定する必要があることが明らかとなった。

【参考文献】1) 古賀ら:軟弱地盤改良における竹の有効利用法の検討, 材料, Vol65, No.1, pp.16-21, 2016. 2) 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. 3) 古賀ら: 軟弱地盤改良に用いる竹チップの吸水性能の検討, 第12回地盤改良シンポジウム論文集, pp.341-346, 2016.

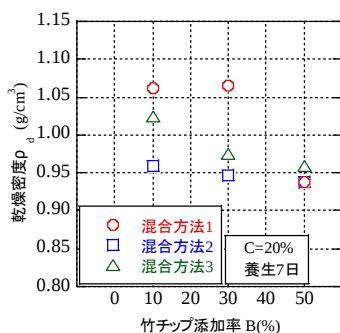


図-3 竹チップ添加率と固化土の乾燥密度の関係

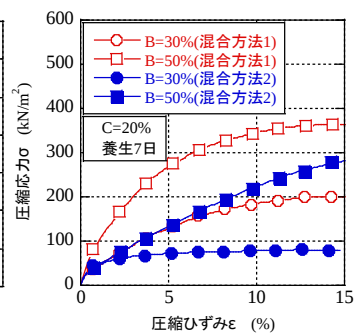


図-4 一軸圧縮試験結果 (混合方法2(同一密度))

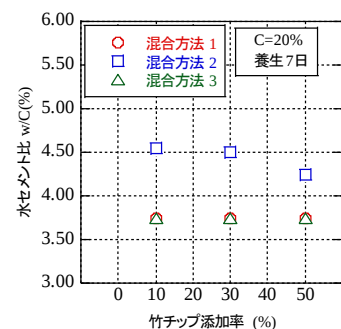


図-5 竹チップ添加率と水セメント比の関係

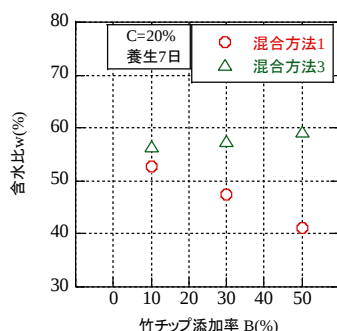


図-6 竹チップ添加率と含水比の関係

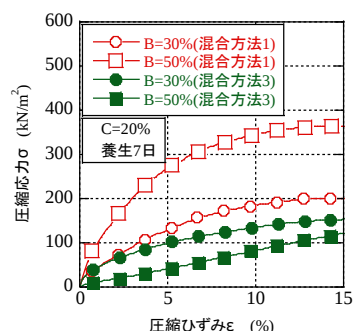


図-7 一軸圧縮試験結果 (混合方法3(同一水分量))

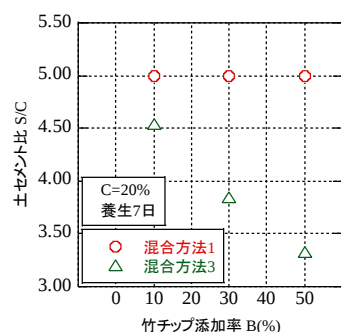


図-8 竹チップ添加率と土セメント比の関係