

高含水比粘性土の地盤改良に用いる竹チップの吸水特性

福岡大学工学部 正会員 ○古賀 千佳嗣 佐藤 研一 藤川 拓朗
福岡大学工学部 学生会員 米丸 佳克

1. はじめに 全国の竹林面積はここ 30 年間で 10%以上増加し、全国で約 16 万 1 千 ha¹⁾にも至る。この放置竹林の増加問題の中、伐採された竹材の有効利用が急務となっている。一方、ため池や浚渫改修工事で発生する大量の高含水比で軟弱な浚渫土は、処分場の残余許容量と新設処分場の建設が難しいことから有効利用が求められている。著者ら²⁾はチップ化した竹を浚渫土砂へ適用し、竹チップの持つ高い吸水性による改良効果を明らかにしている。しかしながら、竹の持つ吸水特性が高含水比土の中で十分に発揮されるかについては、浚渫土の粒度分布、含水比や竹の初期含水状態によって大きく異なることが考えられる。そこで本研究では、竹チップの初期含水状態変化に着目し、形状の異なる 3 種類の竹チップを用い、気中、水中、粘土中の 3 つの状態における竹チップの吸水特性について検討を行った。

2. 検討概要

2-1 実験試料 土質材料として含水比を調整したカオリン粘土を用いた。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を円形 5mm, 20mm, 楕円 20mm×40mm の 3 種類を用い、チップ化したものを使用した。乾燥竹は、60℃炉乾燥で 2 日間乾燥させたもの²⁾とし、生竹を粉砕した直後の竹チップを湿潤竹としている。表-1 に使用した竹チップの外観と初期特性を示す。

表-1 竹チップの外観と初期特性

竹チップの種類			
フィルターの目の大きさ	円形5mm	円形20mm	楕円形20mm×40mm
竹チップの長さ	1-10mm	5-35mm	30-100mm
乾燥竹の初期含水比	0.0%	0.0%	0.0%
湿潤竹の初期含水比	60.9%	58.1%	56.9%

2-2 実験概要 竹チップは多孔質であり、その吸水量は形状や初期含水比の違いにより大きく異なることが予想される。そこで、今回は以下の 3 つの条件について検討を行った。表-2 に実験条件を表-3 に吸水試験の様子を示す。いずれの実験も検体数は N=3 として、その平均値を用いて含水比としている。

表-2 実験条件

試験項目	竹の状態	竹チップの最大長さ	竹チップ量
気中吸水試験	乾燥竹	1-10mm	200g
水中吸水試験	湿潤竹	5-35mm	
粘土中吸水試験		30-100mm	

1) 気中における検討 竹チップは粉砕した後、保管時の湿度の変化の影響により、含水比に変化が生じると考えられる。そこで、室温 20℃、湿度 65±5%(JIS Z 8703)の恒温室において竹チップの含水比変化の測定を行った。測定方法は竹チップ 200g を表-3 に示すようにバット内に 20cm×20cm の正方形に広げ、容器の重量と共に測定し、含水比変化の測定を行った。また、計測初期において 1 時間毎で測定を行ったところ変化がみられなかったため、1 週間毎の測定とした。

2) 水中における検討 水中における吸水効果の検討は、表-3 に示すように容量 50 容器に 200g の竹チップと 2000g の蒸留水を入れ攪拌混合する方法で行った。竹チップの含水比の計測は、0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 6.0, 12.0 時間後に竹チップのみをピンセットで約 2g 採取し、チップ表面の水分は容器内で十分に落とした後に行った。また、測定容器に関しては水温変化を考慮し大気中同様の常温常湿で行った。

3) 粘土中における検討 実験は表-3 に示すように容量 50 容器に 200g の竹チップと液性限界 $w_L=51.7\%$ の 2 倍の含水比に調整したカオリン粘土を 2000g 攪拌混合して行った。含水比測定時には再度攪拌混合し、粘土と竹チップが均等に混合されたことを確認し測定を行った。粘土の含水比測定は、0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 6.0, 12.0 時間後に混ぜ棒に付着した粘土を約 2g 採取し行った。ここで、粘土と竹チップを混合させた場合、竹チップのみを混合土中から採取することが困難である。そこで、攪拌混合後の粘土の含水比を測定し、粘土中の水分質量の減少分を竹チップが吸収した水分量とし、粘土中における竹チップによる吸水効果の検討を行った。また、竹チップにより吸水改良された粘土中の含水比測定におけるイメージ図を図-1 に示す。

表-3 吸水試験の様子

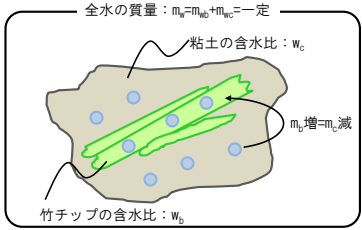
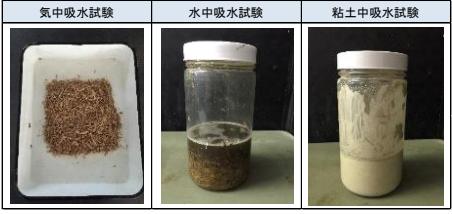


図-1 粘土中含水比測定のイメージ

キーワード 竹チップ, 吸水効果, 高含水比底泥

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19-1 福岡大学 TEL092-871-6631(内線 6464)

3. 実験結果及び考察

3-1 気中における吸水効果 図-2 に気中における竹チップの含水比変化を示す。(a)乾燥竹では2週間目以降に含水比が約5%程度上昇し、(b)湿潤竹では4週間以降に約3%程度上昇し、一定値となっている。また、湿潤竹は、チップの形状が大きくなるにつれ、含水比の上昇量が小さくなっている。これらは竹チップの表面積が広くなり、乾燥も同時に起こっていることが原因と考えられる。

3-2 水中における吸水効果 図-3 に水中における竹チップの含水比変化を示す。(a)乾燥竹では、いずれも1時間後にピークを示し、徐々に低下した後に再び上昇し、ほぼ6時間以降では一定値を示している。これは、吸水効果によって竹チップが膨張収縮³⁾することが要因と考えられ、一旦吸収し膨張した竹チップに、靱性が働き収縮し水分を放出したためと考えられる。また、竹チップの吸水効果は、チップの大きさの違いにより異なり、1-10mmの形状では乾燥竹において約400%まで上昇し、その後300%まで低下している。これに対し、チップ形状の大きな5-35mm, 30-100mmでは形状の差がみられず、250%程度まで上昇後、185%程度まで低下している。乾燥竹と湿潤竹の初期含水比からの増加分を比較すると、最終的な含水比は乾燥竹の方が約100%程度高いことわかる。このように水中において乾燥竹の方が吸水量は多く、湿潤竹の吸水限界よりも高い効果を示すことがわかる。しかし、竹の膨張収縮効果が作用するため一定の吸水効果が得られるには、竹チップ混合時間の選定が注意をする必要があると考えられる。

3-3 粘土中における竹チップの吸水効果 図-4 に粘土中における竹チップの含水比変化を示す。乾燥竹では、図-2(a)に示す水中の吸水挙動と同様の傾向を示している。特に、ピーク後の含水比の低下傾向が緩く、最終的にピーク値とほぼ同程度の含水比を示している。これは水の移動が粘土の透水係数に依存するため、1-10mmの形状では水中の吸水挙動に比べ約160%程度の吸水効果の差が生じている。図-5 に混合した粘土の含水比変化を示す。図より、両竹ともに形状の小さいもののほど含水比が低下し、吸水効果が発揮されている。また、形状により一旦吸収した水分が再び戻り、含水比の一時的増加がみられる。これは水中と同様に竹チップの膨張収縮に加え、粘土の自重も加わりチップ内の水分が押し出されたと考えられる。さらに、湿潤竹の方が吸水効果が低いものの、チップの形状が小さくなるとその効果は同等に近い効果を示すことがわかる。これは、形状が小さい場合は粘土内に均等に混合され、竹チップの吸水効果が増加したためと考えられる。これらの結果は、現場で生竹をチップ化し、改良する場合においても形状により十分に吸水効果を得られることが示された。

4. まとめ 1)気中の竹チップの含水比変化は、乾燥竹、湿潤竹ともに、3~5%の含水比の変動があり、チップの形状でその吸水効果が異なる。2)水中の含水比変化では、乾燥竹の方が吸水効果が高く、竹チップの持つ膨張収縮挙動により、一旦吸水し含水比が増加するが、6時間程度で一定に落ち着くことが示された。3)透水性の低い粘土中では、必ずしも水中と同様の吸水量は得られないが、ほぼ同様な吸水挙動を示す。また、竹の形状が小さくなると吸水効果の差は小さくなり、伐竹直後でも形状が小さければ吸水効果による改良が可能となることが示された。

謝辞：本研究は、文科省科研費 26420488 の助成を受けたものです。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 西日本新聞：2013年8月1日朝刊 2) 西田ら：チップ・フレー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. 3) 河村 協「竹筋コンクリート」山海堂出版、1941.

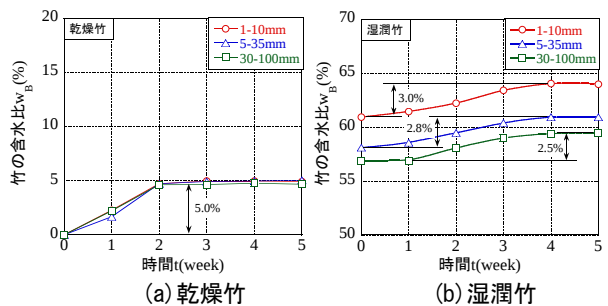


図-2 気中の竹チップの含水比変化

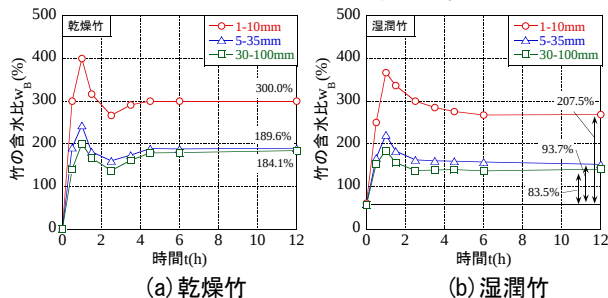


図-3 水中の竹チップの含水比変化

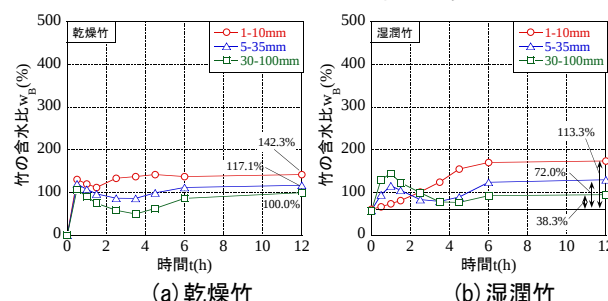


図-4 粘土中の竹チップの含水比変化

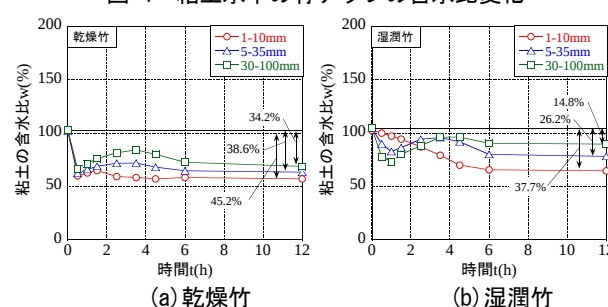


図-5 混合後の粘土の含水比変化