

腐朽を考慮した竹チップ混合固化処理土の強度特性

福岡大学 学生会員 ○米丸 佳克 古賀 新太郎
 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 西日本各地に多く生息する竹は、竹の繁殖力や放置竹林の問題から伐竹後の有効利用法が求められている。竹は高い吸水性を持ち、ため池の高含水比底泥に混合することで運搬可能にし、固化処理後では堤体や護岸材料、盛土材料などへの有効性を示している¹⁾。しかし、自然素材である竹は有機物であるため、処理土中にある竹の腐朽が長期的な強度変形特性に影響を与えると考えられる。そこで、本研究では竹チップを用いて、長期耐久性を踏まえた新しい地盤改良技術の確立を目指している。本報告ではオオウズラタケ、カワラタケの2種類の菌を用いて竹チップ混合固化処理土を強制的に腐朽させ、その状態変化と竹の配合量に着目し、長期耐久性について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 土質試料としてカオリン粘土を用いた。また、吸水材には長さ 5-35mm の竹チップを 60°C の炉乾燥で 2 日間乾燥させた乾燥竹チップを用いた。吸水材の物理特性を表-1 に示す。固化材には、高炉セメント B 種を使用した。

表-1 吸水材の物理特性

吸水材	
含水比	0%
形状	最大長さ: 35mm



写真-1 培養の様子

2-2 検討内容及び実験方法

1) 竹の腐朽による改良土の状態変化の検討 腐朽による状態

変化の検討として、木材保存剤の性能基準及び試験方法(JIS K 1571)に基づく腐朽試験を行った。今回は強制腐朽させるために一般的に腐朽試験で使用する 2 種類 (オオウズラタケ、カワラタケ) の菌を用いた。オオウズラタケは褐色腐朽菌とも呼ばれ、主に針葉樹を腐朽させる菌である。一方、カワラタケは白色腐朽菌と呼ばれ、広葉樹を腐朽させる菌である。オオウズラタケ及びカワラタケを、それぞれ寒天培地に接種し約 2 週間、約 26°C で培養する。各腐朽菌ともに培地一面に白色の菌糸が生長した後に、供試体を菌糸上に置いて、約 26°C、相対湿度 70%以上の条件で約 60 日間腐朽させる。今回は目視による腐朽の進行状態により 33 週まで培養を行った。写真-1 に培養の様子を示す。この培養期間においては、木口面 20mm×20mm、高さ 10mm の木片が形態を失い完全に腐朽する時の条件である。また、腐朽した供試体の状態を確認するため、目視観察及び供試体内の含水比の測定を行った。

表-2 一軸圧縮試験条件

土の種類	設定含水比 w(%)	セメント添加率 C(%)	培養方法	竹の状態	吸水材添加率 B(%)
カオリン粘土	110	30	無菌 オオウズラタケ カワラタケ	絶乾	30
					40
					50

2) 竹の腐朽を考慮した改良土の長期耐久性の検討

長期耐久性の検討として、今回、腐朽後の強度確認のため、培養器に収まる最大の大きさである直径 4cm、高さ 8cm の円柱供試体を使用して一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。また、同時に同じ期間、同じ培養器で腐朽菌を使用せず無菌状態のまま培養を行った供試体(以下:無菌サンプルと定義する)を用いて比較、検討を行った。供試体作製方法は設定含水比 110%にしたカオリン粘土に吸水材を添加し、十分に吸水材に水分を吸収させ、静置後固化材を添加し、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。表-2 に一軸圧縮試験条件を示す。また、図-1 に含水比 w=110%時のカオリン粘土のコーン指数試験結果を示す。図-1 より目標強度底泥をトラックにて運搬可能な一軸圧縮強さ²⁾である $q_u=50\text{kN/m}^2$ とし、コーン指数 $q_c=200\text{kN/m}^2$ ($q_c=4q_u$) を満たす吸水材添加率は $B=40\%$ となる。そこで一軸圧縮試験の吸水材添加率の設定を $B=40\pm 10\%$ とした。また、固化材、吸水材の添加率はカオリン粘土の乾燥重量の外割配合としている。

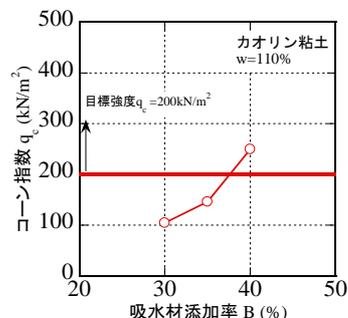


図-1 コーン指数試験結果

キーワード 竹チップ, 竹チップ混合固化処理土, 腐朽試験, 長期耐久性, 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)

3. 実験結果及び考察

1) 竹の腐朽による改良土の状態変化 写真-2 にオオウズラタケ、カワラタケで培養した腐朽後の供試体全体の様子を示す。オオウズラタケで培養した供試体は所々黒く、菌糸も生え、全体を覆う形で腐朽が進行していた。一方、カワラタケは目視では腐朽の進行は確認できなかった。しかし、竹の表面の露出している部分においては、腐朽の傾向がみられた。このように、直接粘土への腐朽による進行は見られず、竹の表面の露出状況が影響していることがわかる。写真-3 に培養



(a)オオウズラタケ (b)カワラタケ

写真-2 培養後の供試体の様子

後の供試体断面の様子を示す。無菌サンプル、カワラタケ、オオウズラタケいずれも、供試体内における目視による腐朽状況は見られなかった。しかし、触手では水分の差を感じた。そこで培養前後の供試体



(a)無菌サンプル (b)オオウズラタケ (c)カワラタケ

写真-3 培養後の供試体の断面

の含水比の変化を図-2 に示す。腐朽を行っていない無菌サンプルにおいて含水比が低下していることがわかる。これはセメントによる水和反応が要因だと考えられる。一方、今回用いた菌においては腐朽の際に水を排出する特徴がある。この性質により、腐朽させていない供試体よりも含水比が高い値を示したと考えられる。

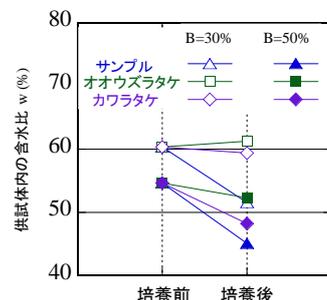


図-2 培養前後の含水比変化

2) 竹の腐朽を考慮した改良土の長期耐久性 図-3 にオオウズラタケ、カワラタケを用いて強制腐朽させた供試体と強制腐朽させていない供試体の固化材添加率 C=30%、吸水材添加率 B=50%時の一軸圧縮試験結果を示す。無菌サンプルと比較して2種類の菌を用いて強制腐朽させた供試体は無菌サンプルより若干低い圧縮応力を示している

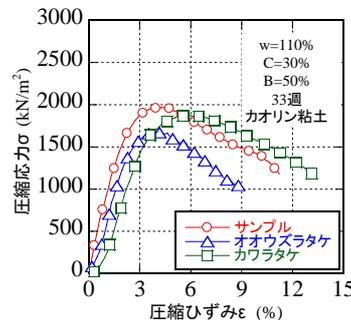


図-3 一軸圧縮試験結果

ものの、延性的な挙動から、竹チップの靱性能力が持続されていることがわかる。腐朽による強度低下の要因としては、オオウズラタケの特徴として、竹材の主成分であるセルロースを分解するため、セルロースと結合しているリグニンとの重合度が低下してしまう³⁾。リグニンは竹材の硬さ、曲げに対する強さを持っているため、セルロースが分解されることによってリグニンとの結合が低下し圧縮応力も低下したと考えられる。一方、カワラタケは腐朽が

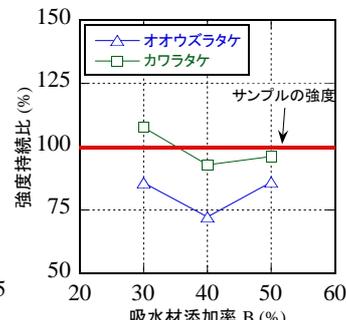


図-4 強度持続比と吸水材添加率の関係

進行してもセルロースは健全材の重合度を保持するため強度低下が少ないと考えられる。図-4 に固化材添加率 C=30%時の強度持続比と吸水材添加率の関係を示す。ここで、強度持続比とは、無菌サンプルの一軸圧縮強さを100%とした時のオオウズラタケ、カワラタケの一軸圧縮強さの値の比である。図-4 より、カワラタケで培養した場合はどの吸水材添加率でも高い強度持続性を示しており、腐朽による強度の影響は少ないことがわかる。オオウズラタケの場合は、カワラタケよりも強度持続比が低いものの、強度持続比約75%以上と高い持続性を示した。このように、竹チップ混合固化処理土の長期的強度の持続性を十分に期待できる結果となった。今後は供試体内部にある竹の腐食状況について検討を進め、改良土中にある竹の腐食と長期耐久性の関係を明らかにしていく予定である。

4. まとめ 1)目視観察より強制腐朽させた供試体は、粘土に直接腐朽による進行は見られず、供試体の表面の竹の腐食によるものであることが明らかとなった。2) 強制腐朽させた供試体の一軸圧縮強さは、腐朽させていない供試体より強度が若干低いものの強度の持続性としては高い性能を示し、長期耐久性の可能性が示された。

謝辞：本研究は、文科省科研費 26420488 の助成を受けたものです。また今回行った腐朽試験は東京農工大学農学部環境資源科学科分解制御学研究室の方々と共同研究を行ったものです。関係各位に心より感謝申し上げます。

参考文献1) 西田 麻美: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(2011年10月),pp251-254. 2) 社団法人セメント協会:地盤改良マニュアル第4版pp.240,2012. 3)石原 光郎:オオウズラタケによる褐色朽の化学的特性,1984年林試研報