

腐朽を考慮した竹チップ混合固化処理土の材料特性

福岡大学工学部

学生会員 米丸 佳克 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

みらい建設工業株式会社 正会員 足立 雅樹

1.はじめに 竹チップ・フレーク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掘削除去された底泥を運搬可能にし、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、固化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られとされる。そこで本研究では、強制腐朽させた竹チップ混合固化処理土の強度変形特性を検討し、竹チップを用いた軟弱地盤改良の長期耐久性の把握を行い、竹材を有効利用した軟弱地盤改良技術の確立を目指すことを目的としている。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、まず竹素材自体の腐朽試験を行い、それらの結果を踏まえ、竹チップ混合固化処理土を強制的に腐朽させ、供試体の状態変化と一軸圧縮試験によって得られた強度変形特性に着目し、材料特性に及ぼす竹チップ腐朽の影響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、竹チップには 60℃の炉乾燥で2日間乾燥させた長さ2-35mmの絶乾竹を用いた。固化材には、高炉セメントB種を使用した。

2-2 検討内容及び実験方法

1) 竹素材の腐朽試験の検討 木材保存剤の性能基準及び試験方法(JIS K 1571)に基づいて竹素材の腐朽試験を行った。本実験では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℃で培養する。各腐朽菌ともに培地一面に菌糸が生長した後に、試験体を菌糸上に置いて、約26℃、相対湿度70%以上の条件で暗室にて約60日間腐朽させる。表-1に素材腐朽試験の実験条件を示す。試験体の寸法は通常の本材の腐朽試験と同様、木口面20mm×20mm、高さ10mmとした。試験体には絶乾竹及び気中20℃にて自然乾燥させた自然乾燥竹の角材を用いた。さらに、比較材料として針葉樹に分類されるスギを用いた。本報告では、培養2ヶ月時における目視観察と質量変化の結果について報告する。

2) 竹の腐朽による竹チップ混合固化処理土の状態変化の検討 腐朽による状態変化の検討として、1)と同様に木材保存剤の性能基準及び試験方法(JIS K 1571)に基づいて腐朽試験を行った。表-2に竹チップ混合固化処理土の配合条件を示す。今回は腐朽の進行状態を確認するため1,2,3ヶ月培養を行った。また、従来の腐朽試験の測定方法に加え、今回使用した2種類の菌は、腐朽させる際に水分を排出し、さらに、オオウズラタケにおいてはシュウ酸を大量に生産する力を持っている²⁾。そこで、供試体を高さ5分割、同心円状に3分割し、分割片の含水比、pHを測定することで腐朽の進行状態の確認も行った。

3) 竹の腐朽を考慮した竹チップ混合固化処理土の強度変形特性の検討 腐朽に伴う材料強度・変形特性の確認のため、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。ここで、供試体は培養器に収まる最大の大きさである直径5cm、高さ10cmの円柱供試体を使用した。また、同じ期間、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：無菌と定義する)を用いて比較、検討を行った。表-2の配合条件に従い、本報告では、培養1,2,3ヶ月の検討を行った。

3. 実験結果及び考察

3. 実験結果及び考察

1) 竹素材の腐朽試験の検討 写真-1にオオウズラタケを使用して8週間培養を行った腐朽試験の様子を示す。写真-1に示すように、スギの試験体には菌糸が覆っていないのに対し、自然乾燥竹、絶乾竹はともに試験体を菌糸が覆っており、腐朽の進行が伺える。またその進行は自然乾燥竹において顕著に現れていることが確認できる。そこで、図-1に培養期間と質量減少率の関係を示す。培養8週間後ではどちらの菌においても



(a)スギ (b)自然乾燥竹 (c)絶乾竹
写真-1 腐朽培養2ヶ月後の様子(オオウズラタケ)

質量減少率 3%以上となりいずれの素材とも腐朽の進行が確認された。しかし、竹は一旦絶乾状態にすることで他の素材と比較して、質量の減少量が若干抑えられることが確認された。

2) 竹の腐朽による竹チップ混合固化処理土の状態変化の検討 図-2 に培養期間と質量減少率の関係を示す。本検討においても木材保存剤の性能基準及び試験方法に準拠し、質量減少率 3%以上で腐朽と判断する。図-2 に示すように培養 3 ヶ月においてはいずれの条件も質量に変化はなく、現段階では腐朽は確認できないことがわかる。図-3 に培養 3 ヶ月、竹チップ添加率 B=30%における供試体各部の含水比を示す。2 種類の菌を用いて培養を行った供試体は、無菌に比べ供試体のいずれの分割片においても高い含水比の値を示した。特に供試体底部の含水比が高く供試体の底部から上部に向かって腐朽の傾向が見られた。これは、今回用いた菌が腐朽させる際に水を排出する特性を持っていることが無菌に比べ含水比が高くなった要因だと考えられる。図-4 に培養を 3 ヶ月行った、竹チップ添加率 B=30%における供試体各部の pH を示す。オオウズラタケを用いて培養を行った供試体の底部の pH が中性域に近づいていることがわかる。これは、オオウズラタケにおいて腐朽する際に大量の酸性のシュウ酸を生産する特徴を持っているため、腐朽の進行が進むにつれ、アルカリ域から中性域に近づいたと考えられる。しかし、腐朽の判定において質量減少率が最も重要な因子であり、含水比、pH の変化はあくまで腐朽環境を整えるためのもの²⁾で、腐朽の傾向は確認できるものの現段階では腐朽とは判断できないため、今後も経過を観測する必要がある。

3) 竹の腐朽を考慮した竹チップ混合固化処理土の強度変形特性の検討 図-5 に 3 ヶ月各培養を行った供試体の一軸圧縮試験結果を示す。オオウズラタケを用いて強制腐朽を行ったものは無菌と比べ僅かではあるが強度低下が見られる。しかし、図-2 の質量減少率の結果から腐朽による影響はほぼ無いと考えられる。僅かな強度低下を引き起こした要因として、腐朽菌が排出する過剰な水分が菌糸上部に溜り供試体下部において常に湿潤状態になっていることが大きく影響していると考えられる。図-6 に各培養を行った竹チップ添加率と破壊ひずみの関係を示す。結果より、竹チップ添加率増加に伴い破壊ひずみは増加傾向を示し、無菌と比較しても差が少なく、腐朽菌の培養による竹チップの靱性効果は失われることなく機能している。図-7 に竹チップ添加率と強度持続比の関係を示す。ここで、強度持続比とは、無菌状態の供試体の一軸圧縮強さを 100%とした時の各培養を行った供試体の一軸圧縮強さの値の比である。いずれの菌も無菌に比べ強度は低下しているものの強度持続比は 85%以上と高い持続性を示した。以上のことから、竹素材自体は腐朽しやすいが、固化材と併用することにより、腐朽による材料強度へ及ぼす影響はほぼ無いたことが示された。

4. まとめ 1) 腐朽による竹チップ混合固化処理土の状態変化は、目視、質量変化の結果からは腐朽の傾向は見られなかった。含水比、pH については、菌と接している供試体底部において腐朽の傾向が見られた。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高い強度持続性を示した。

謝辞：本研究は、文科省 科研費 26420488 の助成を受けたものです。関係各位に心より感謝申し上げます。

【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.1,16-21, 2016. 2) 社団法人 日本木材保存協会：木材保存学入門改訂 2 版, pp40-44, 2005.

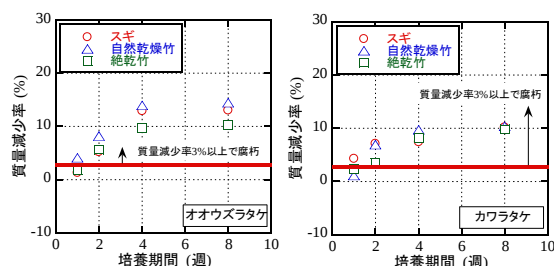


図-1 培養期間と質量減少率の関係

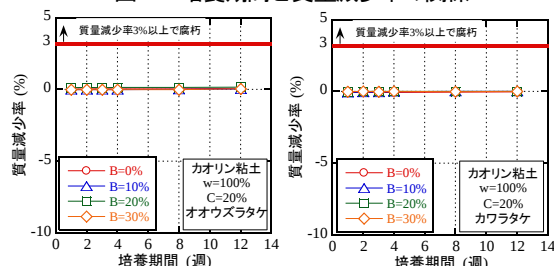


図-2 培養期間と質量減少率の関係

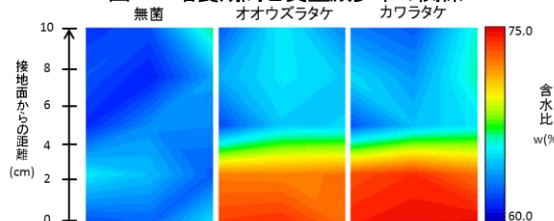


図-3 供試体の含水比(コンター図)

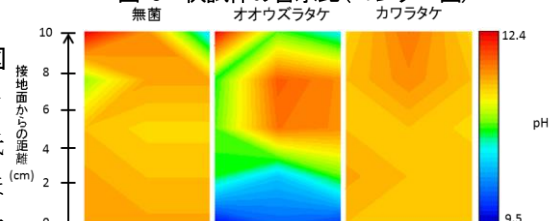


図-4 供試体の pH(コンター図)

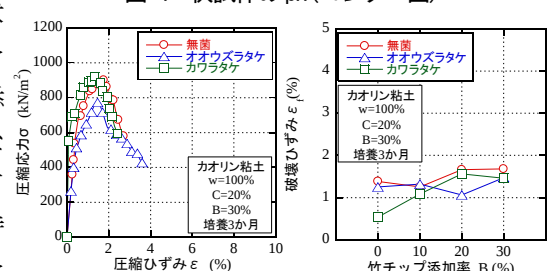


図-5 一軸圧縮試験結果 (培養 3 ヶ月)

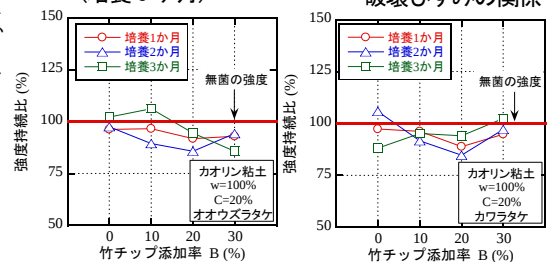


図-6 竹チップ添加率と破壊ひずみの関係



図-7 竹チップ添加率と強度持続比の関係