

竹繊維混合土のせん断特性と圧密特性

竹繊維混合土 せん断特性 圧密特性

香川高等専門学校 学生会員 ○清水達矢

香川高等専門学校 正会員 小竹 望

1. はじめに

近年、日本の山間部では放置竹林が問題になり、生態系に悪影響を及ぼす恐れが指摘されているが、竹の需要は低いため、有効利用法が求められている。本研究では、竹材の地盤工学的利用を目的として、竹繊維混合土の土質材料としての有効性についてせん断特性と圧密特性の面から評価する。

2. 実験に用いた竹繊維混合土

竹繊維混合砂を対象としてせん断特性を評価した。繊維長 40~150mm で厚さ 0.5mm 程度の竹繊維を使用し、気乾状態の豊浦砂（平均粒径 $D_{50}=0.170\text{mm}$ 、土粒子密度 $\rho_s=2.617\text{g/cm}^3$ ）と混合させて竹繊維混合砂を作製した。竹繊維混合砂を図-1 a) に示す。本研究では、豊浦砂の乾燥質量に対する竹繊維の乾燥質量の比を混合率 $b(\%)$ と定義し、 $b=0.25, 0.75\%$ の 2 種の竹繊維混合砂を作製した。

竹繊維混合粘土を対象として圧密特性を評価した。繊維長 5~30mm で厚さ 0.3mm 程度の竹繊維を使用し、含水比 $w=60\%$ に調整したカオリン粘土（土粒子密度 $\rho_s=2.778\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=64.0\%$ 、塑性限界 $w_p=36.0\%$ ）と混合させて竹繊維混合粘土を作製した。竹繊維混合粘土を図-1 b) に示す。本研究では、カオリンの乾燥質量に対する竹繊維の乾燥質量の比を混合率 $b(\%)$ と定義し、 $b=5, 10, 15, 20\%$ の 4 種の竹繊維混合粘土を作製した。

3. せん断特性

大型一面せん断試験装置を用いて、竹繊維混合砂の圧密定圧一面せん断試験 (JGS 0561) を実施した。直径 200mm×高さ 100mm のせん断箱内に、ランマーを 1 層あたり 200 回で 5 層、計 1000 回突き固めて竹繊維混合砂の供試体を作製した。圧密過程およびせん断過程の垂直応力は $\sigma=50, 100, 150\text{kN/m}^2$ の 3 通りとした。せん断過程では、下せん断箱に 0.6mm/min のひずみ制御でせん断変位を与えてせん断力を作用させた。

一面せん断試験の結果から、竹繊維混合砂の垂直

応力 σ ~せん断強さ s 関係を図-2 に示す。豊浦砂だけの場合に比べて、竹繊維混合砂は粘着力 c を有するが、内部摩擦角 ϕ の変化はほとんどみられなかった。この傾向は既往研究¹⁾でも同様に確認されている。なお、既往研究では、繊維長 40~80mm の竹繊維を使用し、締固め用円盤を用いて計 200 回突き固める方法で供試体を作製した。本研究と実験条件が異なるため、直接の比較は出来ないが、竹繊維の種類、寸法、混合率などを変化させることで、今回の試験結果よりも高い強度増加が図れると考えられる。

竹繊維混合砂の混合率 $b=0.25\%$ と $b=0.75\%$ の 2 ケースは、せん断強さの差が非常に小さいため、混合率の増加による強度増加は明瞭に現れなかった。この原因として、 $b=0.75\%$ では竹繊維混合砂の均質な混合が困難であったことが挙げられる。

4. 圧密特性

標準圧密試験 (JIS A 1217) により竹繊維混合粘土の圧密特性を評価した。



a)竹繊維混合砂
($b=0.25\%$)



b)竹繊維混合粘土
($b=20\%$)

図-1 実験に用いた竹繊維混合土

表-1 竹繊維混合粘土の物性値

混合率 $b(\%)$	土粒子密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	初期含水比 $w_o(\%)$
0	2.778	60.5
5	2.640	56.5
10	2.537	53.5
15	2.432	52.6
20	2.336	49.8

竹繊維混合粘土の物性値を表-1 に示す。竹繊維混合粘土は、混合率 b が高いほど土粒子密度 ρ_s と初期含水比 w_0 が減少した。土粒子密度 ρ_s は密度の小さい竹繊維の混合によって減少し、初期含水比 w_0 は竹繊維の混合による質量 m_s の増加によって減少した。

圧密係数 C_v ~ 平均圧密圧力 p_{ave} 関係を図-3 に示す。混合率 b が大きいほど低い圧力領域における圧密係数 C_v が大きくなった。圧密圧力が大きい領域では、竹繊維の混合率に関係なく、同様な値に収束した。透水係数 k ~ 平均圧密圧力 p_{ave} 関係を図-4 に示す。混合率 b が高いほど低い圧力領域で透水係数 k が大きくなった。圧密圧力が大きくなると図-3 の関係と同様に、混合率に関係なく同様な値に収束した。上述の結果から、竹繊維混合粘土における竹繊維の効果は、透水性の向上であり、土の間隙比の大きい圧力領域における圧密促進効果と考えられる。

図-3 と図-4 に示すように混合率 $b=15\%$ の竹繊維混合粘土が、圧密係数と透水係数について最大の増加効果を示した。混合率 $b=15\%$ 以上では、効用の限界に達している可能性が考えられる。

5. まとめ

砂に竹繊維を混合すると粘着力 c が発揮され、せん断強度 s が大きくなることが確認された。混合率が大きくなると均質混合が困難になって、混合の効果が得られなくなる問題点が指摘された。

飽和粘土に竹繊維を混合すると、低圧力領域においては、透水性向上による圧密促進効果があると考えられる。その効果が最大となる混合率がある可能性が示唆された。

参考文献

1) 蓮井優, 濱口竜一, 小竹望: 自然由来繊維を混合した砂質土の強度変形特性に関する基礎研究, 2014 年度土木学会四国支部第 20 回技術研究発表会講演概要集, pp.123-124, 2014.

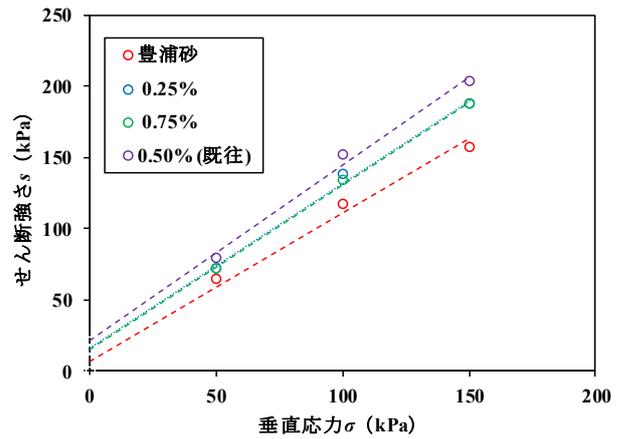


図-2 竹繊維混合砂の垂直応力 σ ~ せん断強さ s 関係

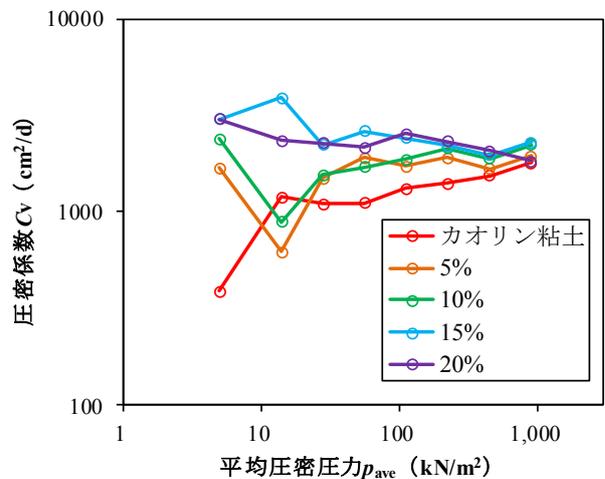


図-3 竹繊維混合粘土の圧密係数 C_v ~ 平均圧密圧力 p_{ave} 関係

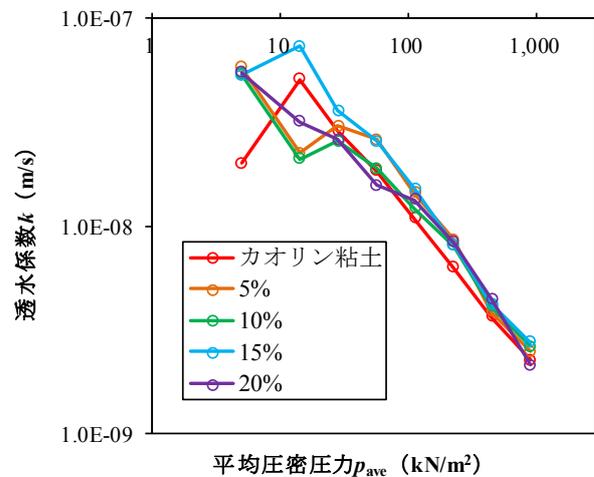


図-4 竹繊維混合粘土の透水係数 k ~ 平均圧密圧力 p_{ave} 関係