

## 竹繊維混合土の工学的性質に関する研究 Study on engineering properties of bamboo fiber mixed soil

○川村智子\*, 金山素平 \*\*, 山崎瑠華\*\*\*, 弓削こずえ\*\*\*\*  
Kawamura S. \*, Kanayama M. \*\*, Yamazaki R. \*\*\*, Yuge K. \*\*\*\*

### 1. はじめに

地盤改良は、古来から植物の繊維を使用した方法が用いられてきた。現代の先進国における地盤改良では、多くがセメント系もしくは石灰系の固化材によって行われている。これらの工法は簡便であるが、改良後の過度な固化、通水性の悪化、表面侵食等をもたらす。これらの理由から、地盤改良技術の新たな代替案として、植物繊維を使用した古来の工法が再び注目されている。そこで本研究では、里山への侵入が深刻化している放置竹林問題を取り上げ、竹廃材を利用した地盤改良効果を実験的に検討した。

### 2. 試験方法

本実験では、岩手大学の下台圃場から採取した黒ボク土を使用した。竹繊維と土試料の物理的性質と力学的性質を把握するため、6種類の試験を行った。竹繊維の吸水特性を解明するため、竹繊維の吸水試験を行った。また、竹繊維の添加による改良効果を検討するため、竹繊維含有率0, 1, 3, 5%混合土の液性・塑性試験、突固めによる締固め試験、一軸圧縮試験、変水位透水試験、デジタル顕微鏡による供試体の画像観察を行い、配合比が改良効果に及ぼす影響について考察を行った。試験試料の物理試験結果をTable 1に示す。

Table1 試験試料の物理試験結果

土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.727
最大粒径 (mm)	9.5
礫分 (%)	0.2
砂分 (%)	27.3
シルト分 (%)	44
粘土分 (%)	28
細粒分含有率 $F_c$ (%)	72.4

### 3. 結果と考察

吸水試験の結果をTable 2に示す。本研究で用いた竹繊維は、742.8-775.4%と、非常に高い吸水率を有していることが分かった。今回の試験結果において、竹繊維の吸水時間に着目すると、どちらの含水比においても吸水時間1分の試料と1440分の試料では大きな差は見られなかった。一方、初期含水比に着目して比較すると、初期含水比0%と9.94%の試料では前者の吸水率が30%程度高い値を示した。

液性・塑性試験においては、液性限界、塑性限界共に竹チップ含有率と共に増加する傾向にある

Table2 竹チップの吸水試験結果

含水比 $w$ (%)	吸水時間 (分)	吸水率 (%)
0	1	775.4
0	1440	772.3
9.94	1	751.5
9.94	1440	742.8

Table 1 液性・塑性試験結果

竹含有率 (%)	液性限界 $w_L$	塑性限界 $w_p$	塑性指数 $I_p$
0	47.7	34.6	13.1
1	46.8	34.4	12.4
3	48.3	36.3	12.0
5	51.8	38.5	13.3

が、どちらも竹チップの高い吸水率に由来すると考えられる。塑性指数  $I_p$ は、本試験では竹チップ含有率によらず、約12~13のほぼ一定値を示した。これは、竹チップ含有率増加に伴い液性限界が上がったが、同時に塑性限界も上がったため、竹チップ含有率の違いにおける塑性指数の変化は見られなかったと言える。

突固めによる締固め試験の結果をFig.1に示す。竹繊維含有率が増加すると最大乾燥密度は低下し、最適含水比は増加することが分かった。

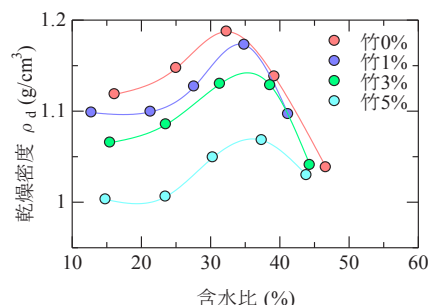


Fig.1 各竹含有率における含水比と乾燥密度の関係

\*岩手大学大学院総合科学研究科, \*\*岩手大学農学部, \*\*\*三祐コンサルタンツ(株), \*\*\*\*佐賀大学農学部  
\*Graduate School of General Sciences, Iwate University; \*\* Faculty of agriculture, Iwate University; \*\*\*Sanyu Consultants Inc, \*\*\*\*Faculty of Agriculture, Saga University  
キーワード: 竹繊維, 黒ボク土, 工学的性質, 一軸圧縮強度

一軸圧縮試験において、竹繊維含有率における応力-ひずみ曲線を Fig.2 に示す。全試料において含水比が増大すると、圧縮応力が低下することが分かる。竹繊維含有率が 3%以上になると、最大圧縮強度が著しく増加すること、竹繊維含有率が増加すると、応力-ひずみ曲線の形状が緩やかになることが分かった。Fig.3 に最大乾燥密度と最大一軸圧縮強さの関係を示す。竹繊維含有率の増加によって混合土の強度の増大及び最大乾燥密度が低下することから、軽量の地盤材料として活用することが可能となること分かる。

変水位透水試験から得た試験結果を Fig.4 に示す。試料は、静的締固めによる方法で作製した。乾燥密度を竹繊維含有率 5%時の 1.15 g/cm<sup>3</sup> を目標としたところ、透水係数は繊維含有率を変えてもほぼ変動はみられなかった。

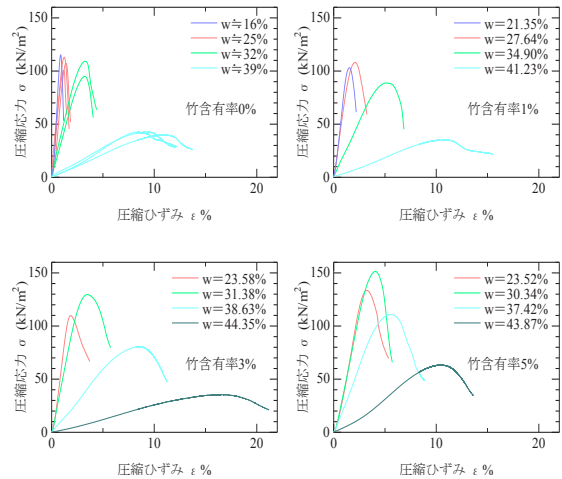


Fig.2 各竹繊維含有率における応力-ひずみ曲線

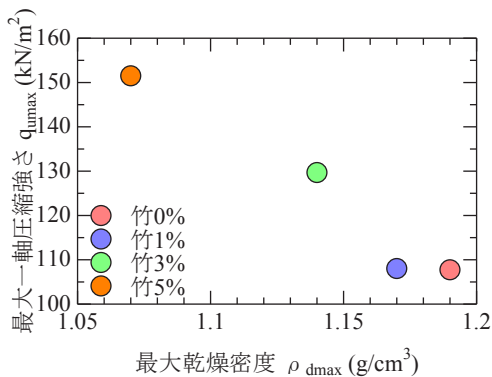


Fig.3 最大乾燥密度と最大一軸圧縮強さの関係

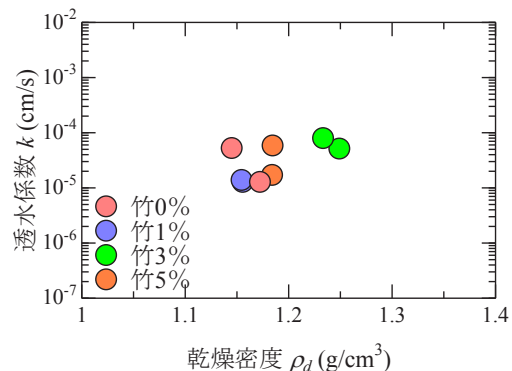


Fig.4 各竹繊維含有率における乾燥密度と透水係数の関係

以上の結果から乾燥密度は若干の変動を示したが、透水係数はほぼ一定の値を示したことから、繊維の混合は透水性に有意な影響を与えないことが分かった。

デジタル顕微鏡による画像観察の結果を Fig.5 に示す。竹繊維が土粒子を抱え込むような形で配置していることが確認できた。竹繊維のみに注目すると、太い繊維からさらに毛のように細かい繊維が分岐するような繰返しの構造になっていた。この二層の構造が土の保水効果と強度の増大をもたらしたと考察された。また、透水係数に有意差がみられない結果が得られたのは、毛細繊維により混合土の構造が複雑化したため土中水の移動経路長が増大したことに起因すると考えられる。



Fig.5 デジタル顕微鏡で観察した供試体の画像

#### 4. まとめ

本研究の試験結果から、竹繊維の混合は、施工に必要な土材料の軽減および強度の増大をもたらし、透水性にはほぼ影響を及ぼさないことが明らかになった。また、デジタル顕微鏡による観察の結果から、竹繊維の複雑な構造が試料の強度と透水性に深く関与していることが分かった。今後は、竹繊維の腐食・分解を考慮した長期的な影響や耐久性の検討、従来使用されている固化材との併用の検討を行うことで、より現場への適用に向け実践的な検証を行う必要があると考える。

参考文献 Hejazi, Sayyed Mahdi, Mohammad Sheikhzadeh, Sayyed Mahdi Abtahi, and Ali Zadhoush. "A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers." Construction and Building Materials 30 (2012): p 100-116