

竹チップ混合土の工学的性質に関する研究

Study on engineering properties of bamboo chips mixed soil

山崎瑠華*, 〇川村智子**, 金山素平**, 弓削こずえ***
 Yamazaki R.*, Kawamura S.**, Kanayama M.**, Yuge K.***

1. はじめに

地盤改良において、古来から植物の繊維を使用した方法が用いられてきた。しかし、現代の先進国における地盤改良の多くは、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一方、改良後過度に固化し、通水性を悪化させ、表面侵食をもたらす。また、セメント系固化材においては有害物質である六価クロムの溶出問題などがある。これらの理由から、地盤改良における新たな代替案として、植物の繊維を使用した古来の工法が再び脚光を浴び始めている。そこで本研究では、里山への侵入が深刻さを増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材料の改良効果を把握することを目的とした。

2. 試験方法

竹チップと用いた土試料の物理的性質と力学的性質を把握するため、5種類の試験を行った。竹チップの吸水特性を明らかにするため、竹チップの吸水試験を行った。竹チップの含水比、吸水時間による吸水率の違いを評価するため、含水比 9.94、0%の竹チップを用いて行った。また、竹チップを添加することによる改良効果を検討するため、竹チップ含有率 0、1、3、5 および 10% 混合土の液性・塑性試験、竹チップ含有率 0、1、3、5% 混合土の突き固めによる締固め試験、一軸圧縮試験、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。試験には、岩手大学の下台の畑から採取した黒ボク土を用いた。試験試料の物理試験結果を Table 1 に示す。

Table 1 Physical properties of soil sample

土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	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。本研究で用いた竹チップは、742.8-775.4%と、すべての竹チップにおいて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、吸水時間に注目すると、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、竹チップの初期含水比に着目して比較すると、初期含水比 0%と 9.94%の試料では約 27%程度、含水比 0%の試料の吸水率が高い値を示した。

Table 2 Results of water absorption test for bamboo tips

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 3 Results of liquid limit and plastic limit tests

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

*三祐コンサルタンツ, **岩手大学農学部, ***佐賀大学農学部

* Sanyu Consultants Inc., ** Faculty of agriculture, Iwate University, *** Faculty of agriculture, Saga University

キーワード: 竹チップ, 黒ボク土, 工学的性質, 一軸圧縮強度

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が，どちらも竹チップの高い吸水率由来であると考えられる．塑性指数 I_P は， $I_P=W_L-W_P$ と定義され，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差は見られなかったと言える．

突き固めによる締固め試験の結果を Fig.1 に示す．このように，竹含有率が大きくな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．竹含有率が増えることによって最大乾燥密度時の竹チップ混合土の単位体積重量が小さくなり，軽量の地盤材料として活用することが可能となる．

一軸圧縮試験において，竹チップ含有率における応力-ひずみ曲線を Fig.2 に示した．すべての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．また，竹チップ含有率が 3% 以上になると，最大圧縮強度が著しく増加することが分かった．さらに，竹チップ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．

デジタル顕微鏡で観察した結果を Fig.3 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．また，竹繊維のみに注目して観察すると，繊維からさらに細かい繊維が分岐するような繰返しの構造になっており，毛のように細かい繊維に覆われている．このように，主となる比較的太い繊維構造と，副となる毛細繊維構造の二層構造となることが観察された．この二層構造が土の保水効果の向上と強度増加をもたらしたと推察される．

4. まとめ

吸水試験によって，竹チップの吸水率は 683.6～775.4% と，非常に高い吸水率を保持していることが分かった．また液性・塑性限界試験において，竹チップ含有率によって塑性指数に変化は無いことが分かった．加えて，突き固めによる締固め試験および一軸圧縮試験によって，竹チップ含有率が増加すると，最大乾燥密度は減少し，一軸圧縮応力は増加することが分かった．このことから，材料は軽量になり，かつ強度は増すことが明らかとなった．しかし，実際に現場に適用するには，竹チップの腐食・分解を考慮した長期的な影響の検討や，従来使われている固化材との併用の検討を行う必要がある．

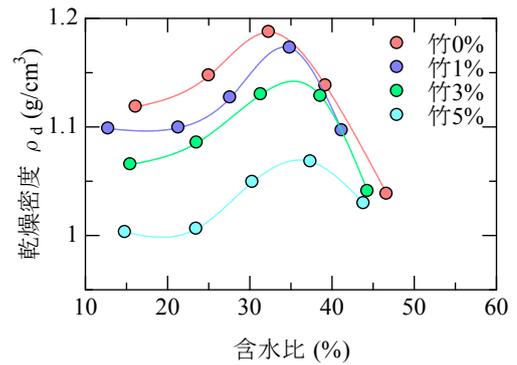


Fig.1 Relationships between water content and dry soil density

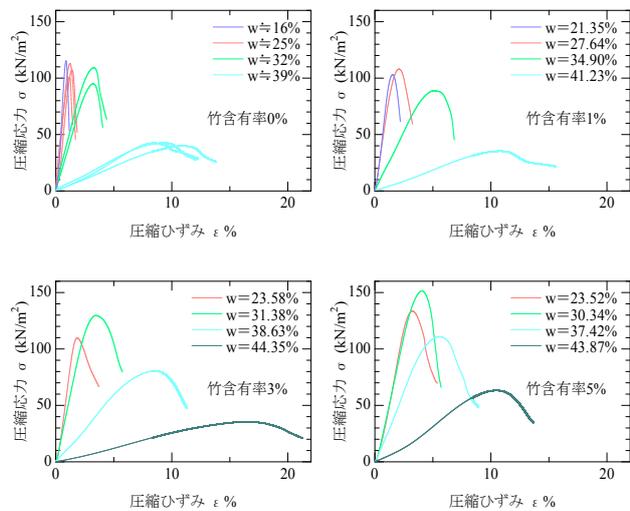


Fig.2 Stress-strain curves



Fig.3 Image for inside of mixed sample with digital microscope