

竹廃材を利用した地盤の力学的特性の改良効果に関する研究

Improvement of Mechanical Properties for Ground by Using Waste Bamboo Fibers

宮 隆之¹ ○金山素平²
Miya T.¹ and ○Kanayama M.²

1. はじめに

環境の保全や資源の有効利用等に対する社会的関心は全世界で高まっており、周辺環境に配慮した施工法・地盤改良工法等の技術開発が望まれている。先行研究において、竹廃材の有効活用に着目し、竹廃材を利用した地盤改良効果について実験的に検討を重ね、施工に必要となる土材料の軽減および強度の増大を確認した。本研究は、斜面法面の水浸による浸食が確認されている岩洞湖ローム土を使用し、竹繊維を混合したローム土の力学的特性の改良効果を把握するため実験的に検討を行った。



Fig.1 State of erosion on shore of Lake Gando

2. 試験方法

岩洞湖湖岸では、Fig.1 に示すように、法面等で波浪および水浸による浸食崩壊が問題になっている。この崩壊は現地地形の勾配の緩急に関係なく、満水面付近に浸食が発生していることが確認されている。試験に用いた試料は岩手県盛岡市の岩洞湖で採土したローム土であり、その物理的性質をTable 1に示す。既往の研究から岩洞湖ローム土の物理的性質は知られており、土粒子密度 ρ_s は2.68~2.78 g/cm³、液性限界 w_L は55.0~86.4%、塑性限界 w_p は39.4~52.1%の範囲にあることが報告されている。本研究で用いる試料土は概ね上記データの範囲内にあることが分かる。

Table 1 Physical properties of Gando loam

土粒子密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.707
液性限界 w_L	(%)	59.0
塑性限界 w_p	(%)	46.6
塑性指数 I_p		12.4
自然含水比 w_n	(%)	54.9
礫分	(%)	4.0
砂分	(%)	43.5
シルト分	(%)	33.9
粘土分	(%)	18.6

ローム土および竹繊維混合土の最適含水比と最大乾燥密度を把握するため、3層25回の突き固めによる締固め試験(試料サイズ:直径6cm,高さ18cm)を行った。また、強度特性を把握するため、締固め試験から作製された供試体を使用して一軸圧縮試験および引張割裂試験を実施した。さらに締固めた試料から直径6cm,高さ2cmの供試体を作製し、一次元圧縮試験を行った。圧縮圧力 p は9.8~1256 kN/m²の8段階(荷重増分比1)、载荷時間は24時間とした。水浸による圧縮性の変化を検討するため、所定段階の圧縮圧力による载荷終了後に圧縮容器に注水を行った。なお、供試体の含水比は最適含水比となるよう調整して試験を行った。

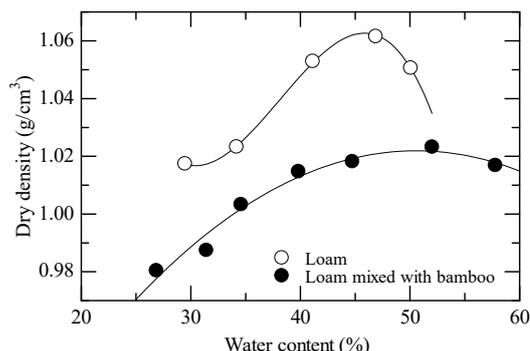


Fig.2 Compaction curves of Gando loam and loam mixed with bamboo

3. 試験結果と考察

Fig.2に岩洞湖ロームの突き固めによる締固め試験から得られた締固め曲線を示す。なお、竹繊維は乾燥土質量に対して3%混合している。2つの締固め曲線を比較すると、蒸留水のみで作製した供試体は最大乾燥密度が1.061g/cm³、最適含水比が46.9%であることに対して、竹繊維混合土の場合は最大乾燥密度が1.023g/cm³、最適含水比が52.0%となっており、先行研究と同様に竹繊維の添加に伴い最

1 NEXCO 東日本, 2 岩手大学農学部

1 East Nippon Expressway Co. Ltd., 2 Faculty of Agriculture, Iwate University

キーワード: 竹繊維, ローム土, 水浸, コラプス

大乾燥密度は低下した。また、繊維の添加による最適含水比の増加が本試験では顕著に表れた。

Fig.3 に岩洞湖ローム土と竹繊維混合岩洞湖ローム土の一軸圧縮強さを示す。岩洞湖ローム土は $w=34.2\%$ のときに最大強度 $q_u=120.9\text{kN/m}^2$ となり、混合土では $w=26.9\%$ のときに最大強度 $q_u=176.7\text{kN/m}^2$ となっていることが分かる。また、竹繊維混合土の強度が全体的に大きくなっていることが分かる。強度向上の要因としては、繊維と土粒子間に摩擦が生じることで供試体のせん断抵抗力が大きくなり、それによって一軸圧縮強さも増大したためと考えられる。なお、割裂引張試験の結果も同様であった。

Fig.4 に水浸時の圧縮挙動の図を示す。図の上が岩洞湖ローム、下が竹繊維混合土の図を示している。浸水後の沈下量のデータが最初の 1~2 分欠損しているが、これはデータロガーの不具合によって欠損が生じてしまったものである。岩洞湖ロームの場合、 $p=157\text{kN/m}^2$ 載荷後浸水させた供試体において浸水前の沈下量が $d=0.23\text{mm}$ 、浸水後の沈下量が $d=0.71\text{mm}$ となった。竹繊維混合土の場合、浸水前の沈下量が $d=0.30\text{mm}$ 、浸水後の沈下量が $d=0.09\text{mm}$ となり、竹繊維混合土では浸水後の圧縮量が小さくなっていることが確認できる。このことから、竹繊維を混合することで岩洞湖ロームが浸水したに生じるコラプスの抑制につながるということが考えられる。

Fig.5 は、水浸させた供試体の e/e_0 - $\log p$ 曲線である。岩洞湖ロームと竹繊維混合土のどちらも非水浸供試体においては、載荷圧力 p を増やすにつれて圧縮量も徐々に増えていくことが分かる。初期水浸供試体において、岩洞湖ロームは圧力が $p=39.2\text{kN/m}^2$ を超えたところで急激に圧縮が進行し、竹繊維混合土の場合は圧力が $p=157\text{kN/m}^2$ を超えたところで圧縮が急に進行することが確認できる。このことから岩洞湖ロームに竹繊維を混入することによって過圧密領域に相当する領域が拡大することが考えられる。また、所定の段階において浸水させた際、岩洞湖ロームと竹繊維混合土のどちらの場合においても、一定荷重下で水浸による再圧縮が進行することが確認できる。水浸前後の e/e_0 - $\log p$ 曲線の勾配を比較すると、水浸後の圧縮挙動の勾配が急になっており、より急激な圧縮の進行が起きていることが確認できる。このことから、岩洞湖ロームの耐水性の低さを明確にすることができた。

4. まとめ

本研究では、竹繊維構造による物理的要因の観点から竹繊維を使用し、先行研究を踏まえた応用的な竹繊維混合土の利用を通じて、竹繊維混合土の更なる物理的・力学的特性を把握し地盤改良の効果を明らかにすることで竹繊維が岩洞湖ロームの力学的性質に及ぼす影響を検討した。混合土の強度の増加と破壊後の強度低下の軽減、土木材料としての軽量化、さらに変形特性の低減を確認した。しかし、現段階では小さな供試体での試験であり実験室レベルの域を超えていないため、今後は実験規模を大きくすることで実際の現場への適応可能性を追求していく必要がある。

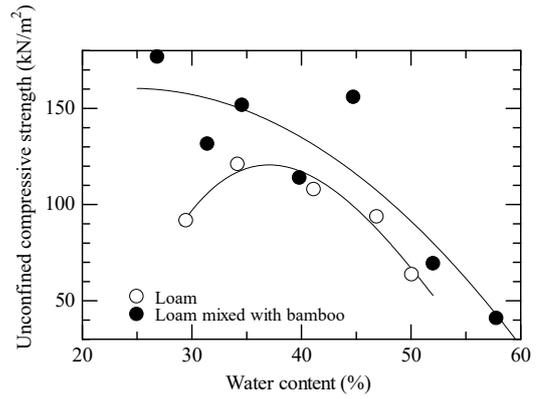


Fig.3 Comparison of unconfined compressive strength between Gando loam and loam mixed with bamboo

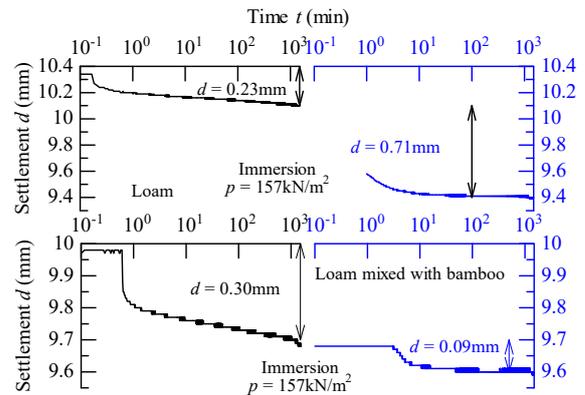


Fig.4 Compression behavior of Gando loam and loam mixed with bamboo at 157 kN/m^2

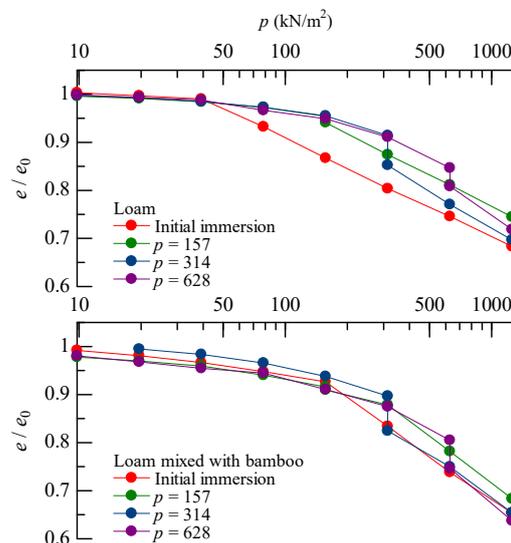


Fig.5 e/e_0 - $\log p$ curves of Gando loam and loam mixed with bamboo