

廃棄物系炭化物を混合した火山灰質粘性土の変形・強度特性

九州大学大学院 学 黒木啓一朗 九州大学大学院 F 落合英俊
九州大学大学院 正 安福規之 九州大学大学院 正 大嶺聖
(株) 栗本鐵工所 塩崎増仁

1.はじめに

資源循環を促進するために河川堤防等に施されている植生から発生する刈草を炭化させた刈草炭化物の有効利用が進められている¹⁾。炭化物は構造が非常にポーラスで、吸水能力が大きいため、高含水比の粘土や、火山灰質粘性土に炭化物を混合することで、炭化物が土中の水分を吸水し、土の性質を改善することがこれまで実験的に明らかにされている^{2) 3)}。本報告では刈草炭化物と火山灰質粘性土の混合土の三軸圧縮試験を実施し、混合土の変形・強度特性について考察する。

2.試験材料

今回試験に用いた刈草炭化物は天日乾燥後、そのまま炭化したものである。長さは3~4cm程度だが、炭化後も草の原型をとどめているため脆く、混合・実固めの段階で破碎するためそのまま混合した。炭化物の吸水能力を評価するため、次のようにして吸水率の測定を行った。まず試料を1日水中に浸し、水中から取り出すときに湿ったウェスで表面の水分をふき取り表乾状態の質量を測定した後、1日炉乾燥させ、試料の乾燥質量に対する水分含有量によって吸水率を求めた。以上の試験より求めた刈草炭化物の吸水率は約450%となり、豊浦砂の約20%と比較すると吸水性が非常に大きいと言える。

3.試験結果

3.1 試験概要

試料として大分県大野町で採取した火山灰質粘性土(2種類)を使用した。試料の物理特性を表-1に示す。試料は地山強度こそ大きいものの、攪乱すると強度が低下し、支持力・トラフィカビリティーが問題となる土である。供試体は炭化物を混合するものは前日に所定量(地山状態の湿潤密度から算出、50,100,150kg/m³)を混合し、翌日高さ10cm、直径5cmのモールドに締固めエネルギーがJIS A 1210のA-c法の規定値と等しくなるよう作製した。軸ひずみが15%に達したら試験を終了し、最大主応力差を圧縮強さとした。三軸圧縮試験概要(CU試験)について表-2に示す。

3.2 試験結果

図-1~2に試料としてそれぞれ灰土、砂混じりロームを用いた場合の応力-ひずみ曲線(圧密応力98.1kN/m²)、圧縮強さと刈草炭化物混合量の関係を示す。また試験から得られた内部摩擦角、粘着力の値を表-3に示す。これらより灰土の場合は、混合量100kg/m³をピークとして混合量が増加するにつれて圧縮強さが増加し、それに伴い内部摩擦角、粘着力も増加する傾向となる。また炭化物混合量が増えると軸ひずみの増加に伴い、主応力差が緩やかに増加する傾向から、急激に増加する傾向へと変わり、混合土の剛性が増加していることがわかる。一方砂混じりロームの場合は、無混合の場合

表-1 試料の物理特性

	灰土	砂混じりローム
土粒子密度(g/cm ³)	2.794	2.791
自然含水比(%)	57.8	95.6
液性限界(%)	36.8	119.4
塑性限界(%)	25.7	60.2
塑性指数	11.1	59.2
液性指数	2.89	0.6
粒度組成(%)		
粗粒分	32	8
シルト	21	51
粘土	47	41

表-2 三軸圧縮(CU)試験概要

試験名	三軸圧縮試験(圧密非排水)
試料	灰土、砂混じりローム
混合物	刈草炭化物
養生	0日(試験前日混合)
圧密応力	98.1, 147.2, 196.2 kN/m ²
背圧	147.2 kN/m ²
軸ひずみ速度	0.07%/min
測定方法	間隙水圧も測定する。また軸ひずみが15%になった時点で破壊に達したとし、試験を打ち切る。

表-3 内部摩擦角と粘着力

混合量 (kg/m ³)	灰土		砂混じりローム	
	内部摩擦角 φ'(deg)	粘着力 c'(kN/m ²)	内部摩擦角 φ'(deg)	粘着力 c'(kN/m ²)
0	34.95	0	39.56	0
50	37.69	0	38.56	4.1
100	39.88	2.1	33.9	13.4
150	38.74	7.5	35.57	13.7

合が最も圧縮強さが大きく、炭化物混合量が増加するにつれて圧縮強さが減少し、それに伴い内部摩擦角も減少し、粘着力は増加している。また応力-ひずみ曲線の傾向は炭化物混合によりそれほど変化は見られなかった。

図-3 にせん断過程における有効応力経路を示す。灰土の場合は過圧密粘土の有効応力経路に似ており、混合量 0～100kg/m³ までの有効応力経路は、炭化物混合量が増加するにつれて間隙水圧の増加が抑えられて有効応力経路は縦に伸び、より過圧密な状態となっている。よって炭化物を混合することで締固めやすく密な材料になっており、それが圧縮強度の増加につながっているものと考えられる。しかし混合量が増加すると、軽量かつ脆い炭化物の影響で湿潤密度の低下が顕著になり強度が低下するものと考えられる。一方、砂混じりロームの場合は炭化物混合量が増加するにつれて過圧密粘土の挙動から正規圧密粘土の挙動に近づいていくことが

わかる。すなわち炭化物を混合すると、締固めにくく、よりゆるい構造に変化するため強度が低下するものと考えられる。

4.おわりに

刈草炭化物を混合することで、今回用いた試料では砂混じりロームの圧縮強度は低下する傾向を示したが、灰土については圧縮強度の増加が見られた。また炭化物を混合することで砂混じりロームでは剛性はそれほど変化が見られなかったが、灰土については剛性が大きくなった。今後は炭化材と母材となる粘性土の組み合わせの違いによる影響をさらに明らかにする必要がある。

参考文献 1) (株) 栗本鐵工所: <http://www.kurimoto.co.jp/j08/rdf01.htm> 2) 黒木啓一朗、落合英俊、安福規之、大嶺聖、小林泰三、塩崎増仁: 刈草炭化物の混合による火山灰質粘性土のトラフィカビリティ改善効果、第 6 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.91-96. 3) 黒木啓一朗、落合英俊、安福規之、大嶺聖、小林泰三、塩崎増仁: 吸水性の異なる炭化物を混合した粘性土の力学特性の改善効果、人工地盤材料の利用技術に関するシンポジウム発表論文集、pp.171-174.

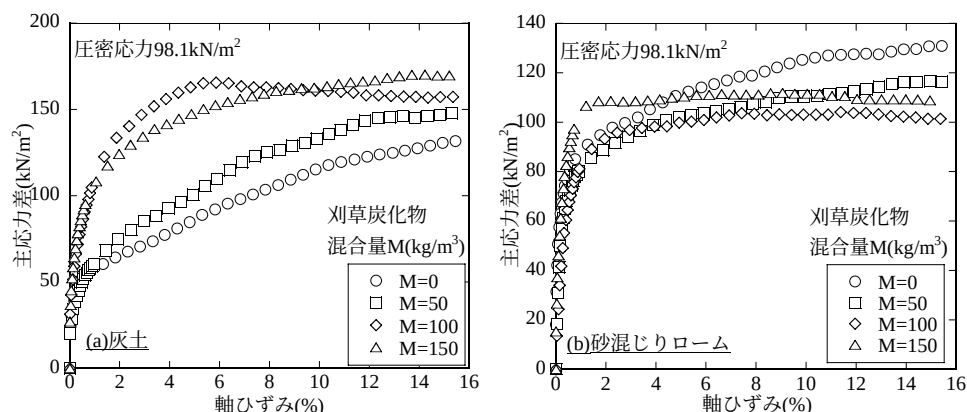


図-1 刈草炭化物を混合した火山灰質粘性土の応力-ひずみ曲線

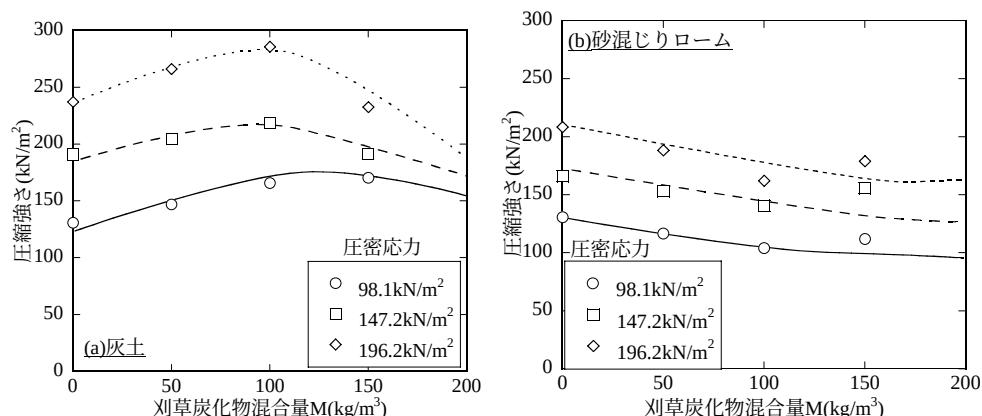


図-2 混合土の圧縮強さと刈草炭化物混合量の関係

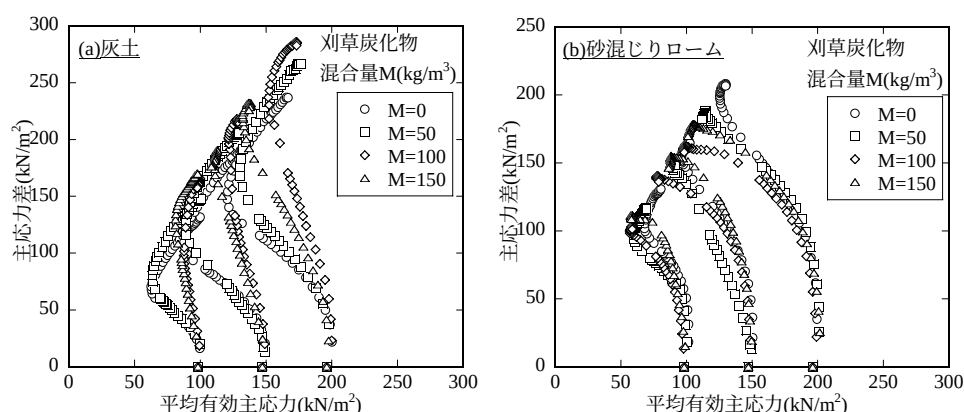


図-3 刈草炭化物を混合した火山灰質粘性土の有効応力経路