

廃棄物系バイオマスを混合し改良した火山灰質粘性土の圧密非排水せん断特性

九州産業大学 工学部 正会員 ○ 松尾 雄治
同 上 正会員 林 泰弘

1. はじめに

自然含水比が高く、練返しに伴う強度低下が著しい火山灰質粘性土を埋戻し材等に再利用する場合、一般的には石灰等を添加混合する化学的な地盤改良を行うことが多いことから不経済となりやすい。一方、廃棄物として処分されるバイオマスの有効利用が課題とされる現状にあり、筆者らはこれまでに、地域から多く発生する針葉樹パークや竹材、裁断紙等を石灰添加の代替材として、火山灰質粘性土の一種である赤ぼくに混合した改良土のコーン指数や一軸圧縮強さが改善された事例を報告¹⁾してきた。今回は、さらに詳細な力学特性を把握するため、三軸圧縮試験（圧密非排水せん断）を実施した結果について報告する。

2. 試料および実験条件、試験方法

本研究において試料土として対象にした建設発生土は、熊本県阿蘇郡で採取した赤ぼくで、採取時の自然含水比144%、液性限界135%、塑性限界82%、土粒子密度 2.74g/cm^3 である。使用したバイオマスは、地域から多く発生する物の中から、土に混合しても腐敗しにくく、引張補強効果や吸水作用が推測できるものとして、シュレッター裁断紙（最大長約10mm）と竹パウダー（最大長約5mm）の2種を選択した。

これまでの研究から、JIS A 1228に基づき実施したコーン指数の結果¹⁾を図-1に示す。赤ぼくの改良無し（混合材なし）は、コーン指数が低く第4種建設発生土に相当したが、バイオマスを12%混合することで、第2種建設発生土相当のコーン指数が得られ、トラフィカビリティの改善効果が確認できている。また、赤ぼくの締固めにおいては、飽和度を規定し管理されるのが通常であるが、これまでの研究で、締固め飽和度が低い場合には、水浸時の強度低下が著しいことを確認¹⁾したことから、今回の三軸圧縮試験の供試体は、飽和度を出来るだけ高めるよう飽和度目標値を90%とした。供試体の作製方法は、安定処理土の静的締固め（JGS 0812-2009）に準じた。直径50×高さ100mmのモールド内に、4.75mmふるい通過分の赤ぼくとその乾燥質量比で12%となるバイオマスまたは生石灰を混合した。なお、生石灰を混合した場合のみ、恒温庫（ $20\pm 3^\circ\text{C}$ ）内で事前養生1日と締固め後10日間の養生を行った。三軸圧縮試験は、JGS 0523-2009（圧密非排水試験）に準じたが、背圧を 100kN/m^2 として飽和度を高め、有効圧密圧力を30、60、90 kN/m^2 負荷し、3t法による圧密終了を確認した後、軸ひずみ速度 $0.06\%/min$ でせん断した。

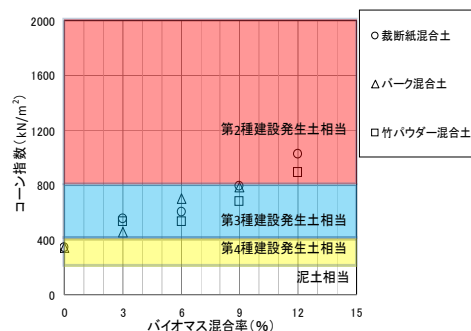


図-1 コーン指数～バイオマス混合率

飽和度を出来るだけ高めるよう飽和度目標値を90%とした。供試体の作製方法は、安定処理土の静的締固め（JGS 0812-2009）に準じた。直径50×高さ100mmのモールド内に、4.75mmふるい通過分の赤ぼくとその乾燥質量比で12%となるバイオマスまたは生石灰を混合した。なお、生石灰を混合した場合のみ、恒温庫（ $20\pm 3^\circ\text{C}$ ）内で事前養生1日と締固め後10日間の養生を行った。三軸圧縮試験は、JGS 0523-2009（圧密非排水試験）に準じたが、背圧を 100kN/m^2 として飽和度を高め、有効圧密圧力を30、60、90 kN/m^2 負荷し、3t法による圧密終了を確認した後、軸ひずみ速度 $0.06\%/min$ でせん断した。

3. 実験結果および考察

軸圧縮過程における主応

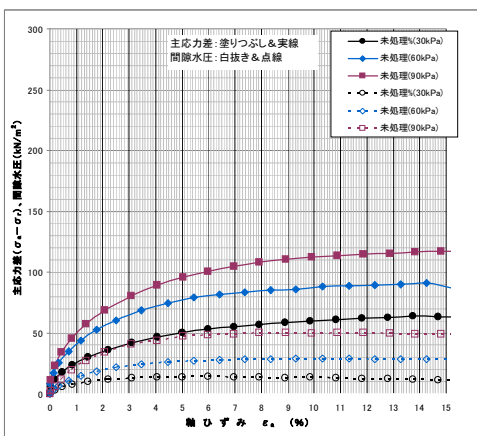


図-2 主応力差～軸ひずみ（未処理土）

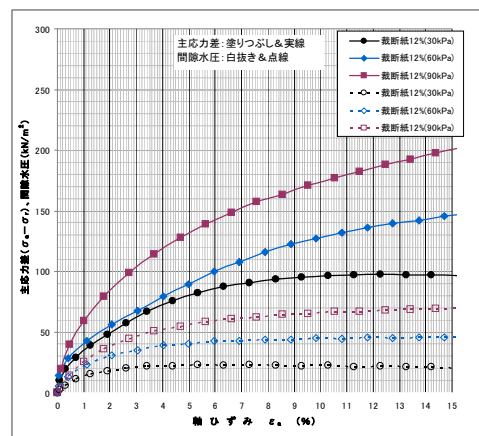


図-3 主応力差～軸ひずみ（裁断紙混合）

力～ひずみ関係、せん断特性

連絡先 福岡市東区松香台2-3-1 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 Tel 092-673-5685 Fax 673-5093

力差と軸ひずみの関係を図-2～図-5に示す。未処理土（図-2）、裁断紙混合土（図-3）、竹パウダー混合土（図-4）について、混合材の種類による主応力差の大小はあっても、一部を除いて概ね曲線の形状は類似している。すなわち、軸ひずみの増加に伴い主応力差が緩やかに増加し、明確なピークは現れない。一方、生石灰混合土（図-5）は、軸ひずみが4%程度で主応力差の最大値に達し、その後の増加はほとんど見られない曲線形状を呈している。また、有効応力経路を図-6～図-9に示すが、こちらも裁断紙と竹パウダー混合土は未処理土の曲線形状と類似しており、概ねS字形態を呈しているのに対して、生石灰混合土（図-9）は、曲線形状

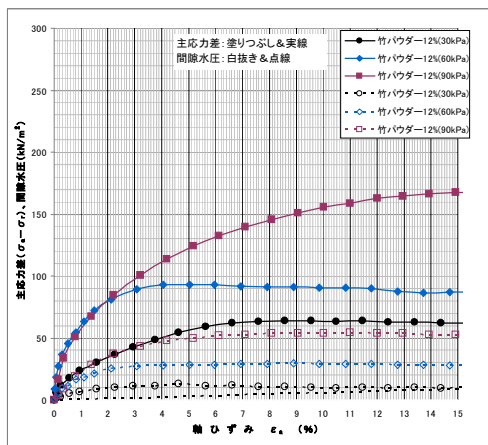


図-4 主応力差～軸ひずみ（竹パウダー混合）

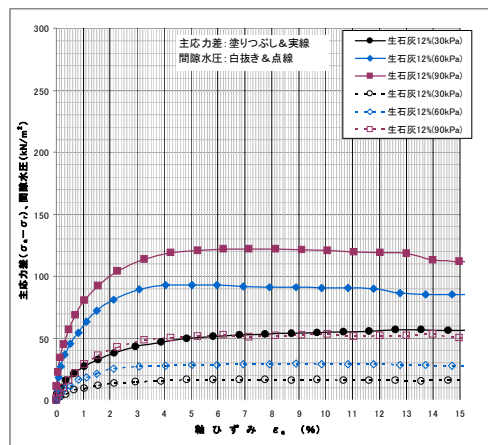


図-5 主応力差～軸ひずみ（生石灰混合）

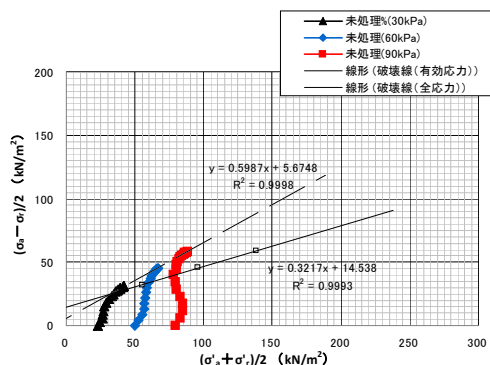


図-6 応力経路（未処理土）

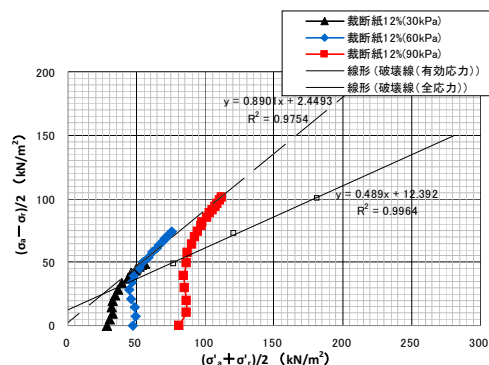


図-7 応力経路（裁断紙混合）

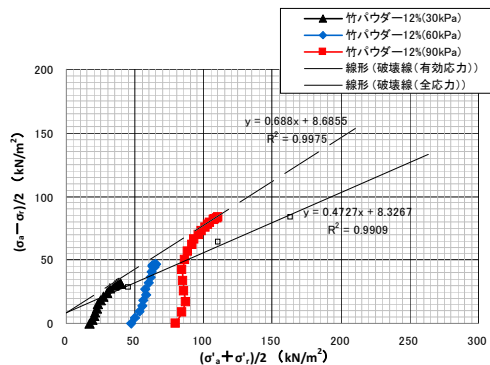


図-8 応力経路（竹パウダー混合）

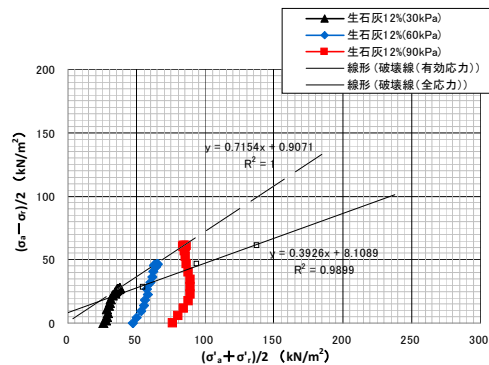


図-9 応力経路（生石灰混合）

が異なることがわかる。これらから、裁断紙と竹パウダー混合土は、未処理土よりも改良に伴う主応力差の増加は見られるが、破壊形態は赤ぼくの強度特性に依存したモードとなっており、一方の生石灰混合土は、他の混合材と強度特性が異なる破壊モードとなることが推察できた。これらのことから、バイオマス混合の場合は、強度改善効果のみならず変形特性の面でも生石灰混合よりも優位であることがわかった。また、図-6～図-9から求めた粘着力と内部摩擦角を表-1に示すが、未処理土（赤ぼく）にバイオマスを混合することで、強度特性の改善、特に内部摩擦角の増加が期待できる結果が得られ、生石灰混合の代替材としての有効性についての可能性が見いだされた。

4. まとめ

火山灰質粘性土にバイオマスを混合することで、強度特性の改善、特に内部摩擦角の増加傾向が確認され、生石灰混合の代替材としての可能性が見いだされた。今後、さらに詳細な検討を進める予定である。

参考文献 1) 林泰弘・松尾雄治：廃棄物系バイオマスの混合による火山灰質粘性土の安定処理効果に関する室内実験，第9回地盤改良シンポジウム論文集，pp.151-156，2010.11（福井市）

表-1 強度特性

	全応力		有効応力	
	c (kN/m ²)	φ (°)	c' (kN/m ²)	φ' (°)
未処理土（赤ぼく）	15.35	18.7	7.08	36.7
裁断紙混合土	14.21	29.2	5.37	62.8
竹パウダー混合土	9.45	28.2	11.97	43.4
生石灰混合土	8.82	23.1	1.30	45.6