

廃棄物系バイオマスを混合して締固めた火山灰質粘性土の CBR 特性

九州産業大学 学生会員 森 勝裕
九州産業大学 正会員 松尾雄治

九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 学生会員 福田貴之

1. はじめに

火山灰質粘性土の一種である赤ぼくは、一旦ほぐされると軟弱化し、第4種建設発生土や泥土に分類されるため、石灰やセメント系固化材等による化学的安定処理が施される場合が多い。筆者らは、環境やコストの面で負荷の大きい化学的安定処理にかわって、廃棄物系バイオマスの混合による改良を検討してきた^{1) 2)}。廃棄物系バイオマスを混合し締固めると、一軸圧縮強さの改善、圧密降伏応力の増加、内部摩擦角の増加効果が得られることを確認している。

本研究では、改良した火山灰質粘性土を締固めて道路構成材料として利用することを念頭に CBR 特性を検討した。その際、バイオマスを混合した混合土もオーバーコンパクションの懸念は残るため、締固め仕事量の影響についても検討した。

2. 混合土の作製

対象とした火山灰質粘性土は、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/cm³、強熱減量 7.62%である。

混合する廃棄物系バイオマスには、混合による赤ぼくの水分吸着、繊維補強効果を期待して裁断紙と竹パウダーを使用した。裁断紙は、シュレッダーで裁断されたコピー用紙（最大長約 10mm）であり、竹パウダーは粉砕された伐採竹（最大長約 5mm）である。

バイオマス材料による改良効果の比較対象として、生石灰およびセメント系固化材（一般軟弱土用）も使用した。

混合土の作製は以下の手順で行った。自然含水比状態の赤ぼくを 4.75mm ふるいを通過するように手でほぐし、各種材料を添加したのち、試料を乱さないようにしながらよく混合した。添加量は未処理赤ぼくの乾燥質量に対する混合質量とした。

混合土の締固めは、裁断紙と竹パウダーを混合し

た場合には混合直後、生石灰を混合した場合には 20 ± 3°C の恒温庫で 1 日養生後、セメント系固化材を混合した場合には 7 日間恒温庫で養生後、4.75mm のふるいを通過するようにほぐして実施した。

3. コーン指数

混合土の土質区分を行うため JIS A 1228 に基づいてコーン指数試験を行った。

図-1～3 は各種材料の添加量と乾燥密度、含水比

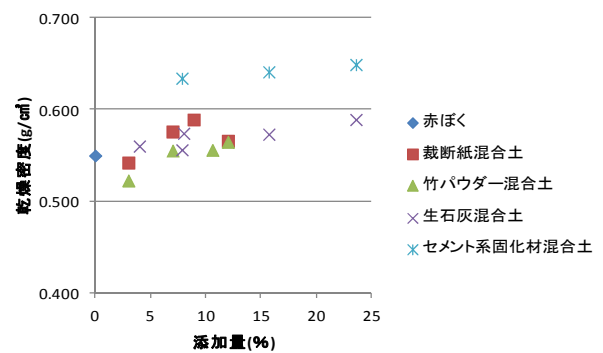


図-1 添加量と乾燥密度の関係

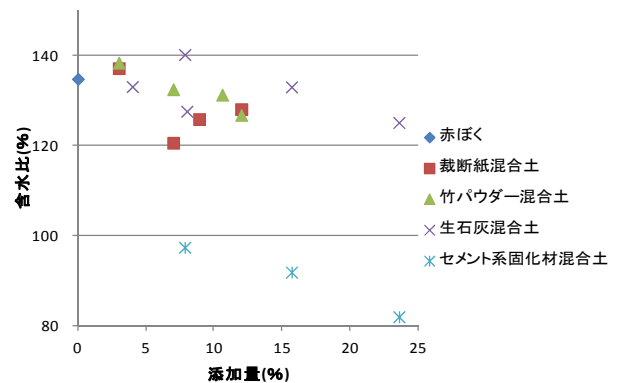


図-2 添加量と含水比の関係

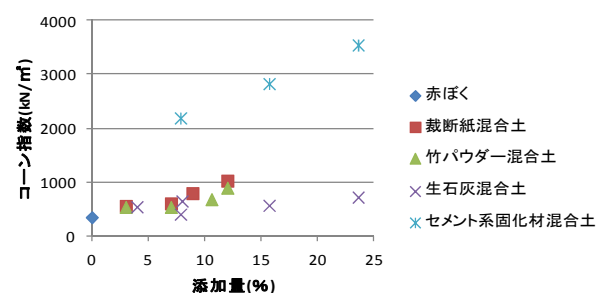


図-3 添加量とコーン指数の関係

およびコーン指数の関係である。乾燥密度は添加量が増加するにしたがって、乾燥密度が大きくなる傾向を示しているが、裁断紙混合土については、添加量 12%で乾燥密度が低下している。これは、裁断紙の添加量が多いため、締固めが十分にできなかったためであると考えられる。セメント系固化材混合土は他の混合土と比べて乾燥密度が大きい。含水比は添加量が増加するにしたがって低下しているが、特に、セメント系固化材混合土が顕著である。そのため、コーン指数はセメント系固化材混合土が非常に大きい。バイオマス混合土はこれに比べると改良効果は小さいが、生石灰混合土とはほぼ同レベルのコーン指数を確保できており、添加量 10%程度で第 2 種建設発生土相当となっている。

4. CBR 特性

CBR 試験は、突固めの条件を E-c 法を基本にしながら、JIS A 1211 に従って実施した。ただし、各層の突固め回数を 17、42、67、92 回とすることで、締固め仕事量の影響を検討した。コーン指数試験の締固め仕事量は $E_c \approx 555 \text{ kJ/m}^3$ であったが、CBR 試験では、 $E_c \approx 467, 1155, 1842, 2530 \text{ kJ/m}^3$ となる。各材料の添加量はいずれも 12%とした。なお、セメント系固化材改良土に対する試験は未実施である。

図-4 に締固め仕事量と乾燥密度の関係を示す。若干ばらつきが見られるが、赤ぼく原土に対しバイオマス混合土、生石灰混合土の乾燥密度が大きく、締固め仕事量の影響は見られなかった。赤ぼく原土と裁断紙混合土の $E_c \approx 1155 \text{ kJ/m}^3$ における乾燥密度が小さいのは、初期含水比が高かったためである。

図-5 に締固め仕事量と水浸時の膨張比の関係を示す。どの混合土も水浸による膨張や収縮の傾向はみられなかった。

図-6 に締固め仕事量と CBR の関係を示す。赤ぼく原土は CBR 値が 1%以下と低いうえ、締固め仕事量が最低の $E_c = 467 \text{ kJ/m}^3$ のときの CBR 値が最大であることから、実験範囲内で既にオーバーコンパクションをおこなっていると考えられる。生石灰混合土が最も大きな CBR 値が得られたが、 $E_c = 1842 \sim 2530 \text{ kJ/m}^3$ の範囲で大きく値が低下した。バイオマス混合土も概ね 2%以上の値が得られており、裁

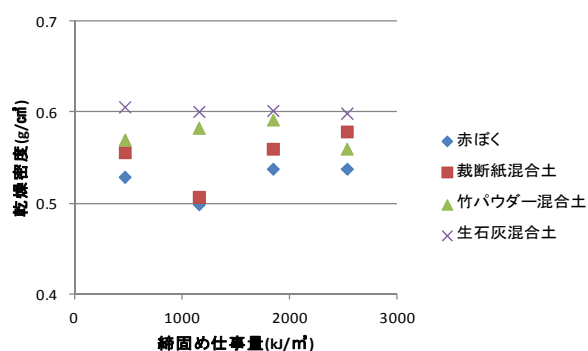


図-4 締固め仕事量と乾燥密度の関係

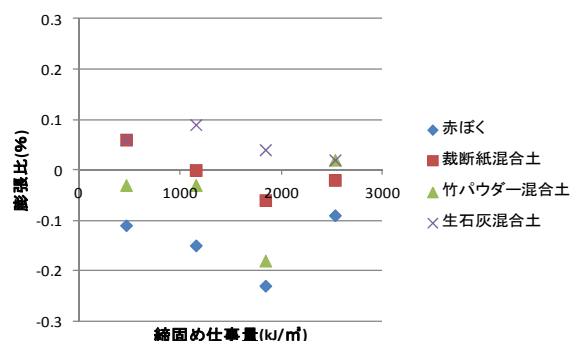


図-5 締固め仕事量と水浸時の膨張比の関係

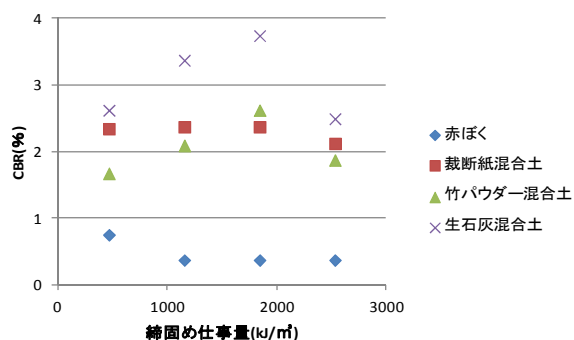


図-6 締固め仕事量とCBRの関係

断紙混合土が竹パウダー混合土よりも締固め仕事量の影響は小さいことがわかった。

5. まとめ

バイオマスの添加による火山灰質粘性土の改良は、セメント系固化材には及ばず、CBR 値も 2%程度であるが生石灰添加と同等の効果を示した。

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 2) 松尾雄治・林泰弘: 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、土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集、pp.523-524、2011.9.