

固化材で安定処理した火山噴出物の地盤材料特性

鹿児島大学 正会員○山本健太郎 鹿児島大学 宮下大樹
鹿児島大学 正会員 平 瑞樹 九州産業大学 正会員 林 泰弘
崇城大学 正会員 荒牧 憲隆

1. はじめに

2011年1月26日から宮崎、鹿児島県境にある霧島山の新燃岳（1421m）の噴火活動が続き、189年ぶりの大噴火となった。2012年1月現在もなお、その噴火活動が続いている。1月26日以降の火山噴出物は最大で約4千万～8千万トンと推測されている。新燃岳周辺の地域では、火山噴出物が大量に降り積もり、農作物への多大な被害をもたらした。一方、桜島の昭和火口においても噴火が相次ぎ、2011年の爆発は996回に達し、1955年の観測開始以降、年間の爆発回数が最多だった去年の記録を更新し、最多記録は2009年から3年連続の更新となった。これらにより、「ドカ灰」と呼ばれる大量の火山灰が周辺地域に降り注ぎ、今後も比較的活発な活動を続けるものと考えられている。そこで、これら火山噴出物の地盤材料としての有効利用の可能性を探るため、火山噴出物を固化材で安定処理した地盤材料特性について報告する。

2. 火山噴出物の物理的性質及び試験方法

新燃岳火山噴出物は都城市都北町で採取した。自然含水比 10.5%，土粒子密度 $\rho_s=2.685 \text{ g/m}^3$ ，透水係数 $k=0.016 \text{ cm/s}$ ， $\text{pH}=6.40$ の酸性を示した。一方、桜島火山噴出物は鹿児島市内で採取し、自然含水比 10.5%，土粒子密度 $\rho_s=2.708 \text{ g/m}^3$ ，透水係数 $k=0.002 \text{ cm/s}$ ， $\text{pH}=7.91$ のアルカリ性を示した。図-1にはそれらの粒径加積曲線を示す。桜島火山噴出物が新燃岳火山噴出物と比較して、細粒分が多いことが顕著にわかる。なお、図中には参考として、しらすの粒径加積曲線¹⁾も加えた。本報告では、火山噴出物の粘性地盤材料（c 材）としての利用の可能性を考え、固化材を添加し（化学的改良）、一軸圧縮試験²⁾を実施した。固化材としては再生石膏（半水石膏）と高炉セメント B 種の 2 種類を考慮し、それぞれの添加率を火山噴出物（自然含水比の状態）に対する質量比で 10, 20, 30%とした。また、火山噴出物同士の特性も異なることから、それらを混合して地盤材料化することも考慮し、それぞれの質量比率を桜島：新燃岳=70:30, 50:50, 30:70 (%)の 3 パターンと設定した。なお、供試体は 1 ケースにつき 3 本作製し、作製時における不具合や強度試験結果のばらつきを配慮した。

3. 試験結果

まず、再生石膏と高炉セメントの水石膏比(w/g)または水セメント比(w/c)を求めるため、再生石膏と高炉セメントのそれぞれに対し加水量を変えて、供試体を作製し、7 日養生での一軸圧縮強度を求めた。図-2 には一例として、水石膏比と一軸圧縮強度との関係を示す。これを見ると、 $w/g=0.8$ の時に最大の一軸圧縮強度が得られたので、 $w/g=0.8$ を本報告での基準と設定した。同様に、水セメント比に関しても $w/c=0.8$ が最適となる結果が得られた。図-3 には桜島火山噴出物に固化材を添加した場合の一軸圧縮強度試験結果を示す。石膏を 20%添加したケースは供試体成形ができず、グラフには表れていない。これを見ると、セメントを 30%添加したケースで最大の一軸圧縮強度が得られ、桜島火山噴出物に対しては一軸圧縮強度に関して、石膏よりもセメントの添加が有効であることがわかった。同様に、図-4 には新燃岳火山噴出物の場合を示す。これを見ると、どの添加率に関してもセメントよりも石膏の添加が有効であり、その差も大きいことがわかる。図-5 には桜島と新燃岳火山噴出物の混合物（50:50）に対して、固化材を添加した場合の試験結果を示す。これを見ると、新燃岳火山噴出物の場合（図-4）と同様に、セメントよりも石膏の添加が有効であることが明白である。なお、図-4, 5 からはどの固化材に関しても添加量が増えるにつれて、一軸圧縮強度が大きくなり、ピーク値が得られる時の軸ひずみが大きくなっていることもわかる。最後に、図-6 には一軸圧縮強度と固化材添加率との関係を示す。プロットがない箇所は供試体成形ができなかった、もしくは一軸圧縮強度に関して、ばらつきが大きく、今後再検討を考えているところである。これを見ると、桜島火山噴出物に対しては若干、石膏よりもセメントの添加が有効であることがわかる。一方、新燃岳火山噴出物とその混合物（50:50）

に関しては、セメントよりも石膏の添加が有効であり、その強度差は添加量の増加とともに著しくなった。

4. おわりに

本報告では7日養生での一軸圧縮強度試験結果を示した。今後は、28日養生での試験結果と合わせ、火山噴出物同士の混合比などに関してもさらなる考察を加える予定である。

謝辞

試験の実施に際し、佐賀大学根上先生から多大なる御協力を頂いた。ここに深く謝意を表します。

【参考文献】 1) 山本健太郎、平瑞樹：産業副産物としらすを利用した環境低負荷型地盤材料の開発，第8回環境地盤工学シンポジウム論文集，pp.319-324，2009.7. 2) 地盤工学会：土質試験 基本と手引き（第一回改訂版），pp.151-158，2001.

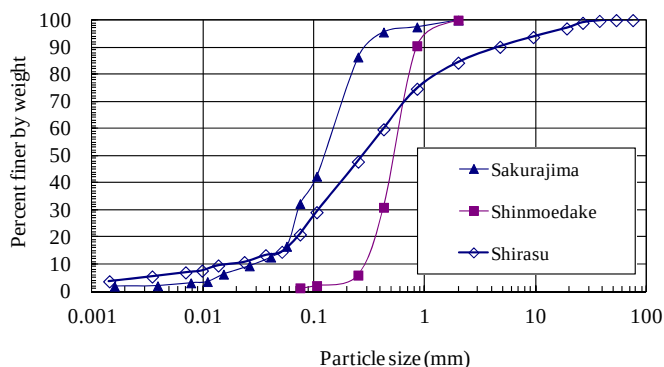


図-1 粒径加積曲線

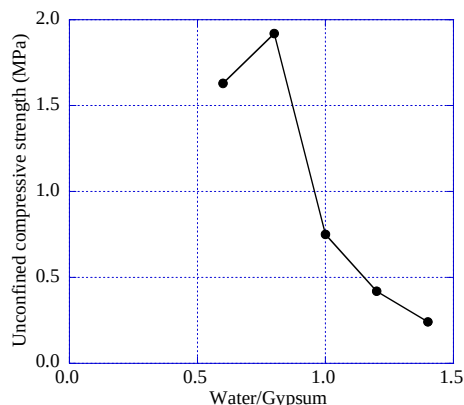


図-2 水石膏比と一軸圧縮強度の関係

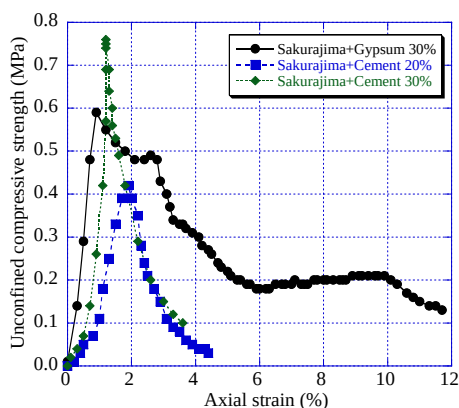


図-3 一軸圧縮強度試験結果
(桜島火山噴出物に固化材を添加)

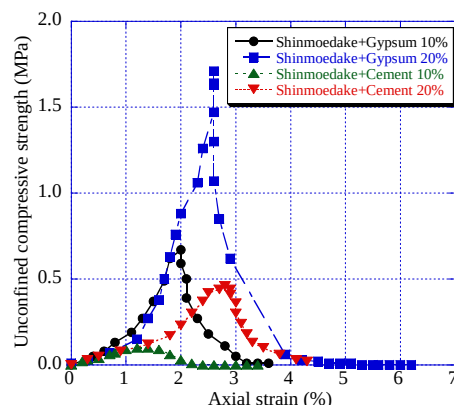


図-4 一軸圧縮強度試験結果
(新燃岳火山噴出物に固化材を添加)

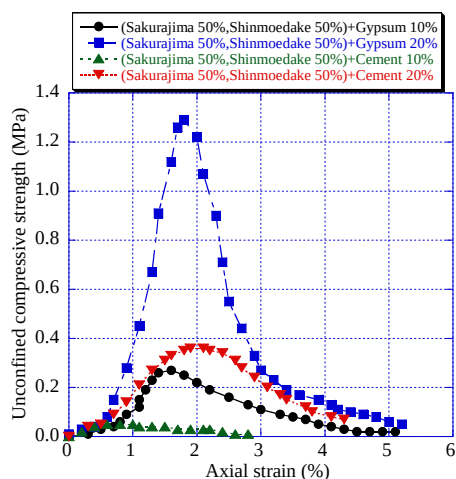


図-5 一軸圧縮強度試験結果
(桜島と新燃岳火山噴出物の混合(50:50)に固化材を添加)

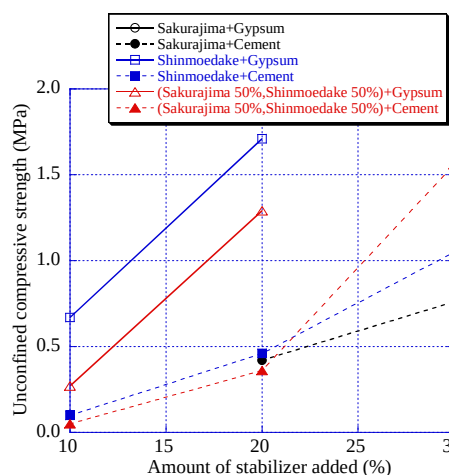


図-6 一軸圧縮強度と固化材添加率の関係