

火山灰質粗粒土をモデル化した粒状体の物理・力学特性

崇城大学 正会員 荒牧憲隆

崇城大学 学生員○清松潤一 塚部俊幸

鹿児島高専 正会員 岡林 巧

1. はじめに

南九州に分布する「しらす」や「ぼら」などの火山灰質粗粒土は、特殊土として取り扱われることが多く、これらの土粒子には、粒子内空隙（図-1 参照）を有することが知られており、現在の試験方法や設計基準では対応が困難となることも見受けられる。また、これらの土は粒度が広範囲に分布する反面、その土粒子密度は、粒径毎に大きく異なることが分かっている¹⁾。そこで、本研究では、火山灰質粗粒土の粒子密度に着目し、その粒度をモデル化した粒状体の物理・力学特性について実験的に検討することを目的としている。

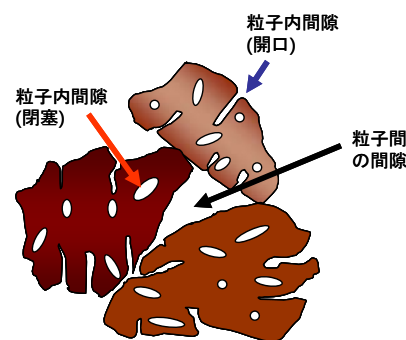


図-1 土粒子モデル

2. 試料の物理特性

実際の火山灰質粗粒土は、図-2に示したように、粒径毎に密度が著しく異なっている。土粒子密度の異なるガラスビーズ（以後、GB と称す）、プラスチックビーズ（以後、PB と称す）を用いて、火山灰質粗粒土をモデル化を行った。これらの物理特性を表-1に示す。GB の土粒子密度が最も大きな値を示すが、最大・最小間隙に大きな差は認められない。実験に用いた試料は、2段階粒度とし、図-3に示した。本研究では、3ケースについて行い、それらの配合および混合粒状体の物理特性を、表-2に示す。ここで、4.75mm 残留分試料について、GB および2種類の PB を用い、4.75mm 通過分試料については、何れのケースについても GB を使用し、これらの質量混合比を 3:7 と統一して実験を行った。この結果、Case1 では、砂質土に類似した土粒子密度を示し、Case2、3 が火山灰質粗粒土に類似していることが認められた。

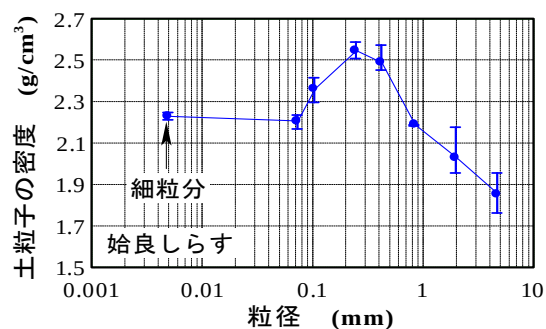


図-2 粒度毎の土粒子の密度（始良しらす）

3. 三軸圧縮試験結果

静的せん断特性は、表-2の3つのケースについて、圧密排水(CD)三軸試験を行うことにより求めた。供試体は、相対密度を $Dr=50\%$ とし、空中落下法によって作製した。三軸圧縮試験は、供試体を有効拘束圧 $\sigma'_c=50, 100, 200\text{kPa}$ で等方圧密した後、排水状態でせん断速度を $1.5\%/min$ の単調載荷とした。

図-4、5に、Case1およびCase3の主応力差-軸ひずみの関係を掲げた。何れの場合も、拘束圧に関わらず、一旦ピークを迎え、その後減少する

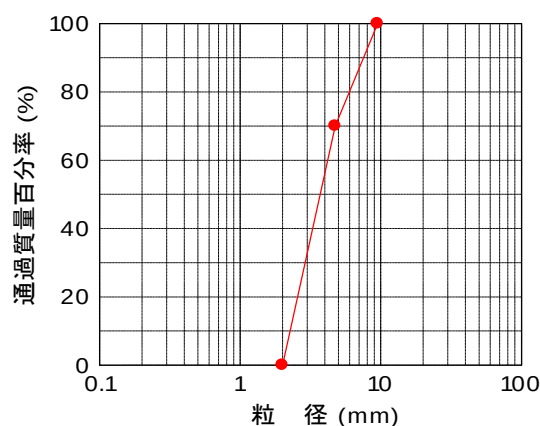


図-3 モデル粒度

表-1 試料の物理特性

	GB(6mm)	GB(3mm)	PB1	PB2
土粒子密度(g/cm^3)	2.570	2.500	1.770	1.028
最大間隙比	0.698	0.678	0.719	0.708
最小間隙比	0.578	0.579	0.589	0.580

表-2 実験条件

	Case1	Case2	Case3
配 合 (質量比 3:7)	GB(6mm) +GB(3mm)	PB1(6mm) +GB(3mm)	PB2(6mm) +GB(3mm)
土粒子密度(g/cm ³)	2.527	2.220	1.752
最大間隙比	0.617	0.606	0.670
最小間隙比	0.517	0.490	0.464

ひずみ軟化挙動を示している様子が窺える。しかし、Case3 (図-5) では、Case1 (図-4) に比べ、初期剛性が低くなっている。また、ピーク時の主応力差も、Case1が大きな値を示すことが分かる。なお、Case1の拘束圧200kPaについては、破壊時に流動的な挙動を示したため、ひずみ7%で実験を終了している。

図-5には、Case1およびCase3のモールの応力円と破壊崩壊線を示した。Case1では、内部摩擦角 $\phi_d=26.5^\circ$ であった。一方、Case3では、 $\phi_d=18.4^\circ$ 、粘着力 $c_d=5.0\text{kN/m}^2$ で、せん断応力と有効応力面上の原点を通らず、粘着力 c が得られる結果となった。しかし、供試体は有効拘束圧がゼロのとき自立しないため、粘着力はない。また、図-6には、ケース毎のセカントアングルと拘束圧の関係を示した。Case1では、50kPaから100kPaにかけ、 ϕ_s は増加するが、ほぼ一定の値を示す。一方、Case2, 3では、拘束圧の増加に伴い、 ϕ_s は、減少傾向を示す。このような結果は、火山灰質粗粒土のせん断特性で認められているが、粒子破碎の影響が考えられている²⁾。しかし、これに加え、土粒子の密度特性などの影響もあることが示唆されるものである。

4. まとめ

本研究では、火山灰質粗粒土の粒子密度に着目し、その粒度をモデル化した粒状体の物理・力学特性について実験的に検討を行った。その結果、モデル化した粒状体は、火山灰質粗粒土のせん断特性に類似した挙動を示した。火山灰質粗粒土のせん断特性には、粒子破碎の影響に加え、土粒子の密度特性などの影響もあることが示唆された。

【参考文献】

- 1) 荒牧ら：火山灰質粗粒土の物理的性質に関する一考察、第43回地盤工学研究発表会講演集、pp.771-772, 2008,
- 2) 兵動ら：破碎性土の定常状態と液化化強度、土木学会論文集 No.554/III-37, pp.197-209, 1996.

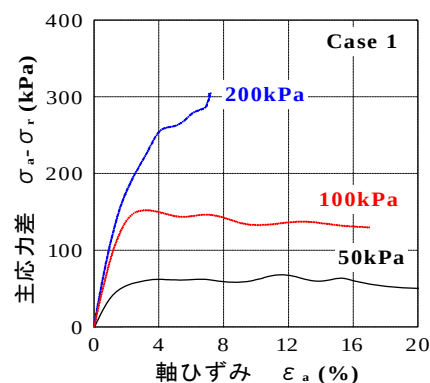


図-3 主応力差-軸ひずみ関係 (Case1)

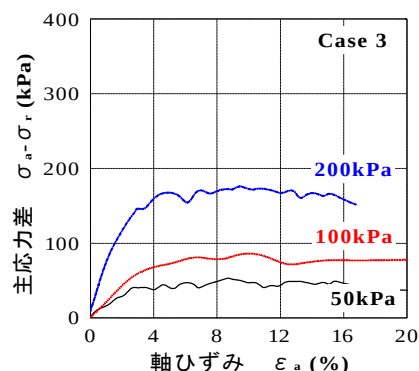


図-4 主応力差-軸ひずみ関係 (Case3)

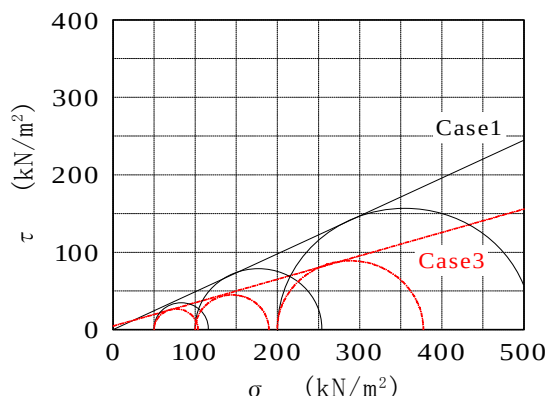


図-5 モールの応力円と破壊崩壊線

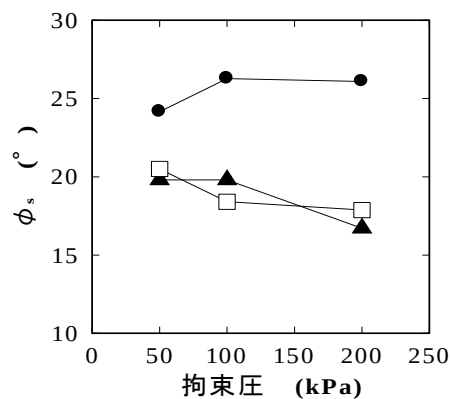


図-6 セカントアングルと拘束圧の関係