

火山灰質粗粒土の土粒子密度に関する考察

崇城大学 学生会員○清松 潤一
 崇城大学 正会員 荒牧 憲隆
 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¹⁾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っていることも見受けられる。これに加え、石炭灰や鉄鋼スラグなどの産業副産物においても、地盤材料として期待され、利用される場面も増えつつある中で、これらにも粒子内空隙を有するものが多く、土粒子の密度などの物理的諸性質には、ばらつきが多い。そこで本研究では、粒子内空隙を有する火山灰質粗粒土を対象に、種々の条件での土粒子の密度試験を行い、実験方法および評価について、考察を行った。

2.本研究で用いた試料

本研究において、全7種類の火山灰質粗粒土を用いた。火砕流堆積物である「しらす」として、鹿児島県霧島市で地山から採取した一次しらす(以後、始良しらすと称す)、同県垂水市の新庄海岸にて採取した2種類のしらすである。この新庄海岸で採取した2種類のしらすは、過去の地震より液状化が発生した層と同堆積地盤中の非液状化層より採取した(以後、前者を新城しらす(液状化)、新城しらす(非液状化)と称す)、また、降下軽石も用い、南九州では、この降下軽石を「ぼら」と称している。使用したぼらは、鹿児島県垂水市の鹿児島県大学農学部附属高偶演習林で採取したぼら(以降、垂水ぼらと称す)である。さらに、同県桜島権現山で採取したスコリア(桜島スコリアと称す)、鹿児島県桜島黒神町で採取したスコリア(黒神町スコリアと称す)を用いている。他の地域から、北海道札幌市南東端で採取した火山灰粗粒土(清田火山灰と称す)も使用している。この試料は、支笏カルデラを噴出源とする火砕流堆積物²⁾である。

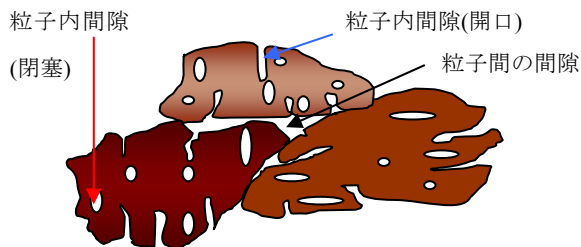


図-1 土粒子モデル

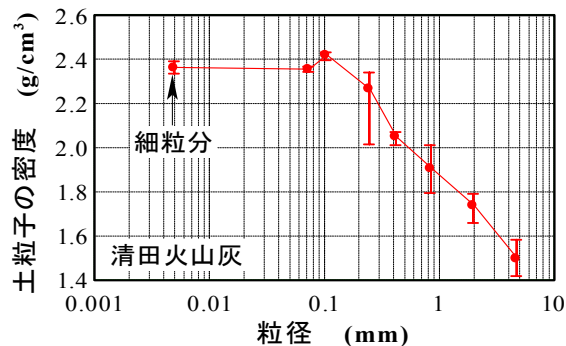


図-2 粒度毎の土粒子の密度(清田火山灰)

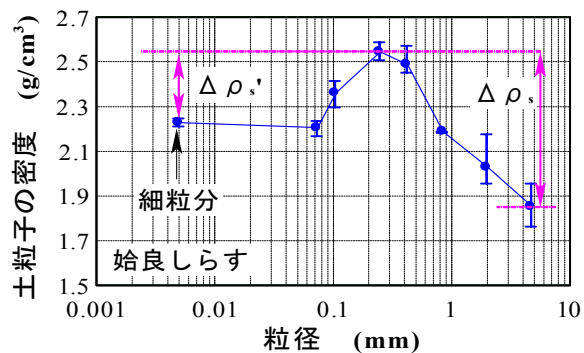


図-3 粒度毎の土粒子の密度(始良しらす)

表-1 土粒子の密度試験

試料名	9.52mm ふるい 通過分全試料	2mm ふるい 通過分全試料	乳鉢で砕いた試料 (4.75mm 残留分)
新城しらす(液状化)	2.0150	2.224	2.118
新城しらす(非液状化)	2.360	2.156	2.057
始良しらす	—	2.526	2.497
垂水ボラ	1.272	2.006	2.058
桜島スコリア	2.715	2.645	2.726
黒神町スコリア	2.695	2.624	2.815
清田火山灰	2.237	2.233	2.307

キーワード 火山灰質粗粒土 土粒子の密度 粒子内空隙

連絡先 〒860-0082 熊本市池田4-22-1 崇城大学工学部エコデザイン学科 TEL 096-326-3805

3.土粒子の密度試験

土粒子の密度試験では、ピクノメーターを用いて実験を行った。**JIS**の方法³⁾に準じて行うとともに、検討項目として、**(1)粒径毎の密度、(2)2mm以下の密度、(3)乳鉢を使用し、すりつぶした状態での密度**を調べた。土粒子の密度試験における煮沸時間は2時間とし、統一して行っている。**図-2、3**には、粒径毎の密度試験に対し、代表的な結果を示した。ただし、**0.074mm**以下の細粒分については、まとめて密度試験を実施し、

結果は、便宜上、図中に粒径**0.005mm**として表している。**図-2**の清田火山灰では、粒径が大きくなるほど密度が小さくなっている。粒径**0.105mm**でピークを示し、これ以下の粒径では密度がほぼ一定になっていることが分かる。また、粒径の大きいもの程、密度の偏差が大きくなっている。**図-3**の

始良しらすも同様に、粒径が大きいくほど密度が小さくなる。しかし、**0.25mm**で明確なピークを示し、粒径が小さくなるとともに密度が小さくなっており、締固め曲線のような凸型の曲線形状を示している。今回用いた試料においては、概ねこのような2つのケースに大別することが可能であった。このような相違は、火山灰質土の多くは軽石や火山ガラスで構成されるが、磁鉄鉱などの比較的比重の大きな異質粒子の含有量の違い、または、その鉱物の粒径の片よりによりが現れたと考えられる。**表-1**では、**9.52mm**通過分全試料、**2mm**ふるい通過分全試料、**4.75mm**残留分子量の乳鉢で砕いた土粒子の密度試験結果を示している。**9.52mm**通過分試料での土粒子密度は、他のものと比較して、非常に小さな値を示すことが分かる。これは、過去指摘されているように、粗粒分は多孔質で、空気が困難であったためと考えられる。また、一般に、しらすでは最大粒径**2mm**の自然含水比試料を用いることが望ましいとされているが、**4.75mm**残留分試料の乳鉢で砕いた土粒子の密度では、材料によって、値の大小は異なる。異質粒子が比較的多く存在するしらすは、**2mm**ふるい通過分全試料の密度が大きな値を示すが、逆に異質粒子が少ない清田火山灰やスコリア系の土粒子密度は、粉碎試料の密度が大きな値を示す。さらに**図-4**に始良しらすの粉碎前後の粒度分布を示しているが、粉碎後、粒径幅が広く分布しており、**図-3**からも分かるように、密度に影響を及ぼすことが懸念され、正しく評価できていない可能性も含まれる。**表-2**では、各試料の(1)密度がピーク時の粒径、(2)密度の最大値と最小値の差 $\Delta \rho_s$ (**図-3**参照)、(3)密度の最大値と細粒分時との差 $\Delta \rho_{s'}$ (**図-3**参照)を示している。密度ピーク時の粒径は、全ての試料が**0.425mm**以下であることが分かる。 $\Delta \rho_s$ からは、粒子内に存在する空隙量の差が表わされたと考えられる。 $\Delta \rho_{s'}$ について、差が**0.1**以下の桜島、黒神スコリア、清田火山灰は、**表-1**に示した粉碎後の試料密度とも大きな差はなく、真比重に近い値を示しているものと思われる。これらのことから、粒子内空隙を有する火山灰質粗粒土の土粒子の密度については、粒子鉱物や粒径毎の密度などを考慮し、新しい試験方法を考案する必要があると思われる。

謝辞：本研究において、試料をご提供頂いた鹿児島大学・北村良介教授、岩田地崎建設(株)・八木一善氏に深甚の謝意を表します。

【参考文献】1)地盤工学会九州支部：九州・沖縄における特殊土，1982，2)地盤工学会北海道支部：実務者のための火山灰土，2004，3)地盤工学会：土質試験の方法と解説，2000。

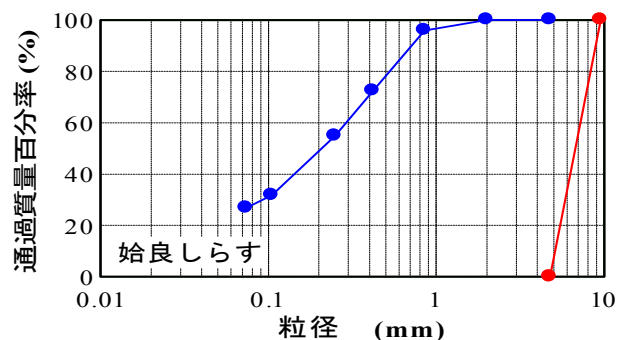


図-4 粉碎前後の粒度分布

表-2 土粒子密度の特性

試料名	密度最大時の粒径(mm)	土粒子密度の最大値	$\Delta \rho_s$	$\Delta \rho_{s'}$
新城しらす(液状化)	0.425	2.377	0.662	0.349
新城しらす(非液状化)	0.425	2.371	1.004	0.198
始良しらす	0.250	2.545	0.691	0.151
垂水ボラ	0.425	2.365	1.098	0.164
桜島スコリア	0.105	2.812	0.221	0.0467
黒神町スコリア	0.074	2.751	0.492	0.0792
清田火山灰	0.105	2.419	0.935	0.069