

富士山東麓に分布するスコリアの工学的特性について

東邦地水株式会社 ○藤原 聡 山澤 朋夏

1. はじめに

静岡県駿東郡小山町において構造物の建設に伴い、地盤定数の設定を行う必要があった。本地域の表層には、日本における特殊土に分類されるスコリアが分布する。

本研究では、スコリアが一般的な土とは性状が異なることを考慮し、乱れの少ない試料を用いた室内土質試験を実施した。今回は、その結果明らかとなったスコリアの工学的特性について報告する。

2. 対象のスコリアについて

対象のスコリアは、新富士の火山活動に伴う堆積物である。富士山東麓では過去の多数の噴火によりスコリアが堆積した。特に、1704年(宝永4年)の宝永噴火は代表的な噴火として知られており、小山町では約2mに達するスコリアが堆積したと報告されている¹⁾。

本研究で対象としたスコリアは、深度2~11mでサンプリングした試料であり、宝永噴火より前に堆積したスコリアである。

3. 試験方法

サンプリングした試料の諸元を表-1に示す。試料はA~Eの5試料であり、試料Aと試料Cは深度2~3m、試料Bと試料Dは深度4~5m、試料Eは深度10~11mからトリプルサンプラーを用いて採取した試料である。

これらの試料について、物理試験および三軸圧縮試験(CD試験)を実施した。

表-1 サンプリングした試料の諸元

	試料A	試料B	試料C	試料D	試料E	
地点番号	No.1	No.1	No.2	No.2	No.3	
採取深度(m)	2~3	4~5	2~3	4~5	10~11	
土質分類	細粒分質砂質礫					
採取方法	トリプルサンプリング					
物理試験	土粒子の密度、土の含水比、土の粒度、土の湿潤密度					
三軸圧縮試験	試験条件	CD試験				
	側圧(kN/m ²)	25,50,100	25,50,100	25,50,100	25,50,100	80,160,320
N値	6	7	7	6	4	

4. 試験結果

各試料の物理特性を表-2に示す。また、参考として一般的な沖積層砂の物理特性値を表-3に示す。

(1) 土粒子の密度

土粒子密度は $\rho_s=2.772\sim 2.891$ (Mg/m³)で、一般

的な沖積層砂($\rho_s=2.6\sim 2.8$ (Mg/m³))よりも全体やや大きい値であった。これはスコリアに重鉱物が含まれているため、比重が大きい。

表-2 各試料の物理特性

	試料A	試料B	試料C	試料D	試料E
土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	2.823	2.823	2.779	2.891	2.772
自然含水比 w_n (%)	68.4	59.3	69.7	42.7	53.6
湿潤密度 ρ_t (Mg/m ³)	1.566	1.607	1.440	1.495	1.572
間隙比 e	1.907	1.742	2.307	2.165	1.794
礫分 (%)	40.1	36.6	42.7	44.6	43.0
砂分 (%)	31.8	29.9	35.9	33.8	35.3
シルト分 (%)	13.1	15.7	7.5	9.4	8.2
粘土分 (%)	15.0	17.8	13.9	12.2	13.5
最大粒径 (mm)	26.5	26.5	19	19	19
分類記号	(GFS)	(GFS)	(GFS)	(GFS)	(GFS)

表-3 沖積層砂の参考値²⁾

	一般的な沖積層砂の一般値
土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	2.6 ~ 2.8
自然含水比 w_n (%)	30 ~ 50
湿潤密度 ρ_t (Mg/m ³)	1.60 ~ 1.80
間隙比 e	0.75 ~ 1.50

(2) 含水比

含水比は42.7~69.7(%)であり、一般的な沖積層砂(30~50(%))より全体にやや大きい値であった。これは、スコリアが多孔質構造であり、内部に水分が保持されることが要因である。

(3) 間隙比

間隙比は $e=1.742\sim 2.307$ で、一般的な沖積層砂の間隙比(0.75~1.50)より大きい値であった。スコリアの間隙比が大きい要因は、粒子内部に間隙を含むためであり、土粒子間の間隙とは性質が異なる。

(4) 湿潤密度

湿潤密度は $\rho_t=1.440\sim 1.607$ (Mg/m³)で、一般的な沖積層砂($\rho_t=1.60\sim 1.80$ (Mg/m³))よりも小さい値であった。これは、スコリアが多孔質であり、単位体積あたりの重量が一般的な土よりも小さいためである。

(5) 粒度特性

粒度特性は、礫分が36.6~44.6(%)の礫質土であり、分類記号ではすべての試料が細粒分質砂質礫(GFS)であった。最大粒径は19~26.5mmで、礫は細礫~中礫である。

ここで、各層の粒径加積曲線を図-1に示す。

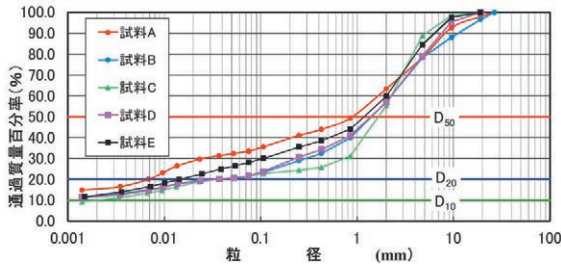


図-1 各試料の粒径加積曲線

粒径加積曲線は粒径幅が広く、5試料のうち4試料は粒径0.001mmにおける通過百分率が10%を超えていた。このため、均等係数および曲率係数の算出は不可能であった。

(6)せん断強度

図-2に各試料の主応力差-軸ひずみ曲線を示す。

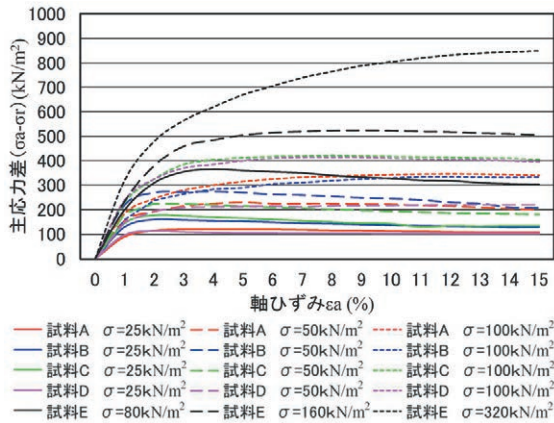


図-2 各試料の主応力差-軸ひずみ曲線

図-2によれば、試料が緩い状態でせん断されており、せん断時における体積変化が小さいため、主応力差のピークはすべての試料において不明瞭であった。

図-3に各試料の体積ひずみ-軸ひずみ曲線を示す。

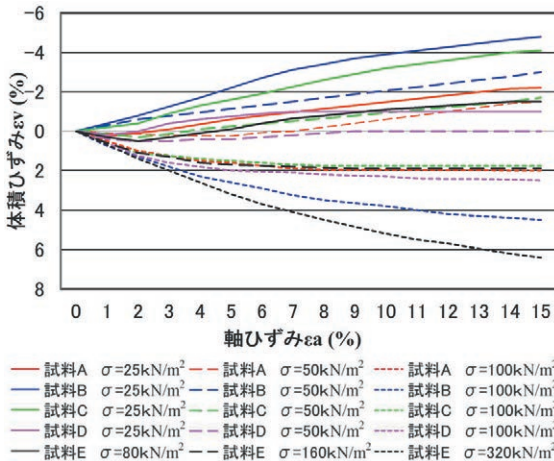


図-3 各試料の体積ひずみ-軸ひずみ曲線

図-3によれば、せん断時における体積変化は、拘束圧σ=25~50kN/m²では体積収縮を示し、σ=100kN/m²以上では体積膨張を示した。一般の土は、緩い砂は

負のダイレイタンスを示し、密な砂は正のダイレイタンスを示すことが知られており³⁾、今回の結果もこれと同様の結果であった。また、拘束圧σがさらに大きい場合には粒子破碎が発生し負のダイレイタンスを示すと考えられるが⁴⁾、σ=100kN/m²程度の拘束圧によるせん断では負のダイレイタンスは認められなかった。そのため、本試験条件における粒子破碎は発生していないと判断できる。

表-4に各試料のせん断強度およびせん断抵抗角φの推定値を示す。各試料のせん断強度は、粘着力c=3~57 (kN/m²)であった。また、せん断抵抗角はφ=30.3~41.9 (°)で、N値から算出した推定値よりも大きい値であった

表-4 三軸圧縮試験結果とφの推定値

試験条件	試料A	試料B	試料C	試料D	試料E
試験条件	CD三軸	CD三軸	CD三軸	CD三軸	CD三軸
Cd (kN/m ²)	57	16	36	20	3
φd (°)	30.3	36.3	31.5	38.7	41.9
※φの推定値 (°)	25	26	26	25	23
N値	6	7	7	6	4

※N=√20N+15 (°)より推定⁵⁾

5. まとめ

スコリアは多孔質な粒子構造で、一般的な土と比較すると土粒子の密度・含水比・間隙比が大きく、湿潤密度は小さい。また、粒度分布は細礫から中礫が多く、粒径幅は広い。

低拘束圧でのせん断では主応力差のピークは不明瞭であり、ダイレイタンスの挙動から、粒子の破碎は発生していないと判断することができた。また、せん断抵抗角は、N値から算出した推定値よりも大きな値を示した。

以上より、スコリアは一般的な土と比べて工学的特性が大きく異なる。したがって、地盤定数の設定にあたっては、適切な条件下で室内土質試験を実施して設定することが望ましい。

なお、スコリアのせん断時における粒子破碎については、本報告では解明することができなかった。今後は、いかなる拘束圧条件において粒子破碎が発生するか、また粒子破碎が生じた場合にせん断強度へ及ぼす影響について、引き続き検証を進めていきたい。

引用・参考文献

- 1) 富士山火山防災協議会(2004):富士山火山防災マップ
- 2) 鹿島出版会:わかりやすい土木技術 土質調査の基礎知識, p.35
- 3) 大阪公立大学出版会:土質力学II, pp.16-17, p.33
- 4) 土木学会第45回年次学術講演会:スコリアの力学特性と支持力実験における地盤の破壊性状
- 5) 日本建築学会:建築基礎構造設計指針(2019年), p.30
- 6) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説[第一回改訂版]
- 7) 地盤工学会:土質試験基本と手引き[第三回改訂版]
- 8) 地盤工学ジャーナルVol.9, No.3:富士山周辺における「スコリア」の地盤工学的特性