

山口県中央部における火山灰土の土質工学的性質

山 口 大 学 工 学 部 正 会 員 山 本 哲 朗
山 口 大 学 理 学 部 非 会 員 今 岡 照 喜
常 盤 地 下 工 業（株） ○ 正 会 員 吉 原 和 彦
元山口大学工学部学生 非 会 員 得 丸 景 子

1. まえがき

山口県中央部には、阿蘇 4 火山灰 (Aso-4)、始良 Tn 火山灰 (AT)および鬼界アカホヤ (K-Ah)が分布している。各火山灰の地質年代、分布域および鉱物学的特徴については、今まで詳しく調べられている。しかし、火山灰が堆積し、風化作用を受けて土状に変質した火山灰土の土質工学的性質はあまり調べられていない。同じ起源の火山灰でも、堆積した後に受けた風化過程の違いから、土質工学的性質は、地域毎に変化することが予想される。

本稿では、山口県中央部における 4 地域から採取することができた火山灰土を対象にして、土質工学的諸性質を調べた結果を記述する。表-1 と表-2 は、採取した火山灰土を紹介する。

2. 火山灰土試料

表-1 に採取した火山灰土の種類を示す。表-2 には、これら火山灰の特徴をまとめた。

表-1 採取した火山灰土

地 点	地 名	火山灰土
Stop 1	美東町十文字	Aso 4
Stop 2	美東町清水	Aso 4
Stop 3	美東町山田	Aso 4
Stop 4-1	秋芳町芹田	AT
Stop 4-2	〃	K-Ah
Stop 4-3	〃	K-Ah

表-2 火山灰の種類と特徴

火山灰種類	地質年代	火山灰の特徴
阿蘇 4 テフラ (Aso 4)	9～8.5万年前	九州、阿蘇カルデラから噴出した大規模火砕流堆積物。九州・中国・四国地方に広く分布。輝石、角閃石を含むデイサイト質火山ガラスからなる。
始良 Tn テフラ (AT)	2.5～2.4万年前	南九州、始良カルデラから噴出した火砕流と降下火山灰。降下火山灰は、日本列島とその周辺を覆う。フェロハイパーシン斑晶を随伴する流紋岩質の透明なバブル型ガラスを含む。
鬼界アカホヤ テフラ (K-Ah)	6300万年前	南九州、鬼界カルデラから噴出した降下転石、火砕流堆積物、降下火山灰。九州・南西諸島・四国・本州に分布。輝石を含有するデイサイト質、バブル型の火山ガラス(透明～淡褐色)からなる。

3. 鉱物学的性質

各試料について数 g 程度を 420 μm ふるい上に入れ、十分に水洗した後、必要量をスライドガラス上にのせて偏光学顕微鏡写真を撮り、鉱物学的な特徴を観察した。顕微鏡下では、Y 字状になっている brown glass (バブルウォールタイプ) や褐色の角閃石や淡褐色の普通輝石、黒色のチタン鉄鉱 (イルメナイト) が観察された。

4. 土質工学的諸性質

各試料の土粒子構造を観察し、さらに土質工学的諸性質を地盤工学会の土質試験方法に従って調べた。以下に各試験方法と結果を述べる。試験結果を表-3 に示している。

(1) 土粒子構造 走査型電子顕微鏡 (SEM) により観察を行った結果、倍率 500 倍で観察した Aso-4-3(1)、AT-4-1 および K-Ah-4-2 の場合には火砕流の土粒子構造が見られ、見かけ上土粒子が大きくなっている。一方、倍率 3,500 倍では、1 μm ないしそれ以下の粒径の板状土粒子が団粒化構造を呈している。また同じ起源をもつ Aso4 火山灰土でも Aso-4-1(1)、(2)および Aso-4-3(2)の粒子は小さい板状であるのに対して、Aso-4-3(1)は粒子径が大きいことが分かる。

(2) 土粒子の密度 表-3 から火山灰土の密度は 2.4～2.6 g/cm³ の範囲にあることが分かる。K-Ah-4-1

(黒ぼく)の土粒子の密度 2.55g/cm^3 は、他の地域の黒ぼくの $2.3\sim 2.6\text{g/cm}^3$ の範囲にある。¹⁾

(3) 含水比試験 含水比の最も高い試料は Aso-4-1(1)の 104.9% で、最も低い試料は Aso-4-3(2)の 49.1% という結果になった。これは火山灰土の種類はもとより現場における含水状態に影響されて、このように含水比に大きな差が生じたと考えられる。

(4) Ph 火山灰土の pH は $4.3\sim 5.9$ の範囲を示し、弱酸性からほぼ中性であることが分かる。K-Ah-4-2(黒ぼく)は pH=5.9 であるが、清瀬市の黒ぼくは pH=6.3 という結果が得られている。¹⁾

(5) 液性限界・塑性限界 同じ Aso-4 火山灰土でも液性限界値に 10%程度の違いが見られるが、塑性限界の多くは 37%付近に集まっている。土工では塑性指数 I_p の大きい土は好ましくないとされている。塑性指数はすべての Aso-4 の場合、約 $12\sim 25$ 、AT の場合 26 程度、K-Ah の場合には 14 程度であることが分かる。

(6) 粒度 K-Ah-4-2 は最大粒径 0.026mm ですべての試料のうちで最も小さく、均等係数が 2.6 で粒度分布は良くない。これに対して Aso-4-1 (1), Aso-4-3 (1)および AT-4-1 は均等係数が数百で非常に粒度がよい。またこれら 3 試料の粘土分含有率は 20%前後であるのに対して、Aso-4-1 (2), Aso-4-3 (2)および K-Ah-4-2 では、含有率は 80%弱から 90%強にも達しており、同じ種類の Aso-4 であっても、さらに火山灰土の種類によって粒度特性が著しく異なることが明らかになった。

表-3 の最後尾の欄には各試料を土質分類した結果を示した。これから Aso-4-1(1), Aso-4-1(2), Aso-4-3(2) および K-Ah-4-2 は VH_1 (火山灰質粘性土 (I 型)) に、Aso-4-3(1)および AT-4-1 は SV(火山灰質砂)に分類されることが明らかになった。

表-3 各試料の諸土質工学定数

試料	火山灰	土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	均等係数 UC	最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	平均粒径 D_{50} (mm)	細粒分 含有率 F_c (%)	粘土分 含有率 F_{clay} (%)	含水比 w (%)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p	土質分類
Aso 4-1(1)	Aso 4	2.567	300*	2.0	0.036	74.4	23.8	104.9	51.1	37.4	13.7	VH_1
Aso 4-1(2)	Aso 4	2.595	—	2.0	—	94.9	91.1	59.6	61.8	37.2	24.8	VH_1
Aso 4-3(1)	Aso 4	2.530	850*	2.0	0.15	43.6	19.7	81.4	53.9	42.0	11.9	SV
Aso 4-3(2)	Aso 4	2.555	—	2.0	—	92.3	77.4	49.1	53.9	37.5	16.4	VH_1
AT-4-1	AT	2.462	325*	2.0	0.097	45.1	19.0	78.8	61.7	24.7	26.4	SV
K-Ah-4-2	K-Ah	2.554	2.6	0.03	0.00058	100	94.0	58.1	53.8	39.6	14.2	VH_1

* 外挿によって D_{10} を求めた推定値

4. ま と め

山口県中央部で採取した 6 種類の火山灰土試料すなわち Aso-4 の 4 試料, AT の 1 試料, K-Ah の 1 試料について特に土質工学的諸性質を調べた。得られた知見は次のようにまとめることができる。

- 1) 各試料の土粒子の密度は 2.5g/m^3 前後である。
- 2) K-Ah の最大粒径は 0.026mm で非常に小さく、均等係数が 2.6 で粒度分布は良くない。それ以外の 5 試料では、均等係数は数百にも達し、粒度分布が極めて良い。
- 3) 同じ Aso-4 でも含水比、粒度分布、コンシステンシー限界が異なるが、これは地域ごとに Aso-4 の元々の鉱物組成が相違する他に、風化の違いによると考えられる。
- 4) 土質分類では 3 種類の Aso-4 および K-Ah 火山灰土は VH_1 (火山灰質粘性土 (I 型)) に、それぞれ 1 種類の Aso-4 および AT 火山灰土は SV (火山灰質砂) に分類された。

参考文献 1) 地盤工学会, 2000.