

崩壊土砂の地盤工学的特性

若井 明彦 (群馬大学) wakai@gunma-u.ac.jp

概要

表層崩壊の**最初の引き金**(源頭部の力学機構)を明らかにしたい。

(1) 表層崩壊の最初の引き金となったことが推定される、透水性の高い火山灰砂から成る薄層の採取試料に基づいて、同土の物理・力学特性を把握する。

… 原位置密度及び含水比、粒度分析、土粒子の密度、最大最小密度、液性塑性限界、一面せん断試験。

(2) 上記で得られた知見に基づいて、斜面崩壊発生の機構に関する力学的考察を行えないか。

土(火山灰砂)を採取した地点



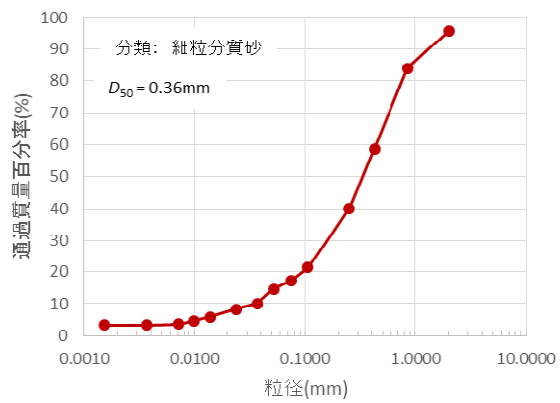
大金沢の上流にあたる源頭部



基本的物性

湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.44
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	1.24
含水比	w (%)	16.6
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.79
間隙比	e	1.25

液性限界	w_L (%)	23.5
塑性限界	w_p (%)	23.5

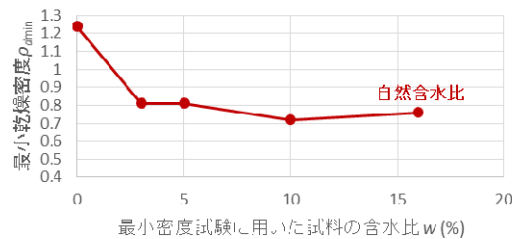


(注)密度等はすべて原位置状態(採土円筒による試料採取).

最大・最小密度

最小乾燥密度	ρ_{dmin} (g/cm ³)	1.28
最大乾燥密度	ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.78
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	1.24
相対密度	D_r (%)	-11.5

(注)上記の最大・最小密度は絶乾状態の試料による。



(参考) 試料の含水比を操作して、それぞれの含水比で最小密度の測定を試みた。

...サクションによって、原位置で間隙比の大きな状態が維持されていると推定される。

5

一面せん断試験 (排水)

ケース1 自然含水比(湿潤)状態の試料

乾燥密度 (平均値)	ρ_d (g/cm ³)	1.44
含水比 (平均値)	w (%)	16.1

※降雨前の斜面状態に近い。

ケース2 絶乾状態の試料
(完全飽和時の c' と ϕ' を推定したい)

乾燥密度 (平均値)	ρ_d (g/cm ³)	1.52
含水比 (平均値)	w (%)	0.34

※原位置の乾燥密度(1.24g/cm³)よりかなり大きくなってしまったことに注意。

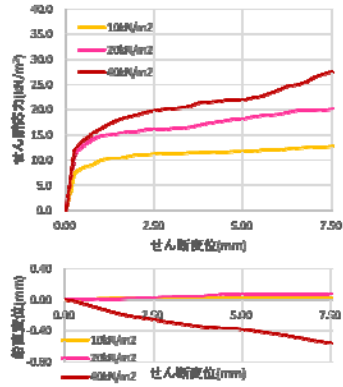
(D_r = 約45%)



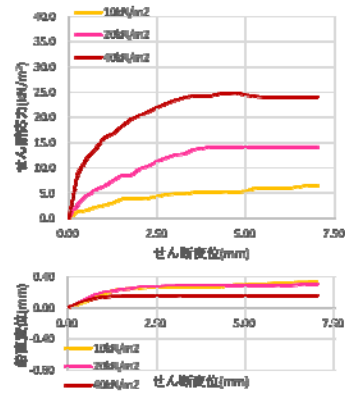
絶乾状態ではやや難しい、極めて間隙比の高い(低密度)の試料の作成

6

一面せん断試験（排水）



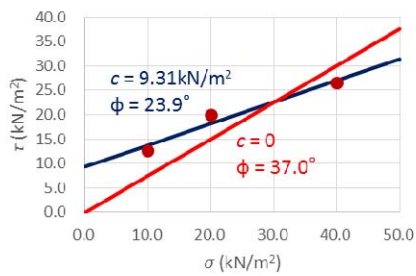
ケース1 自然含水比状態の試料



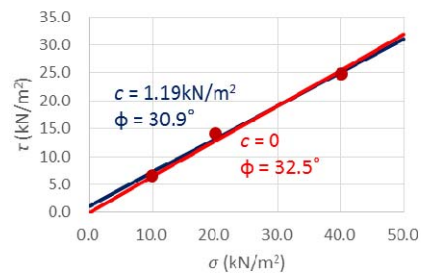
ケース2 絶乾状態の試料

7

一面せん断試験（排水）



ケース1 自然含水比状態の試料



ケース2 絶乾状態の試料

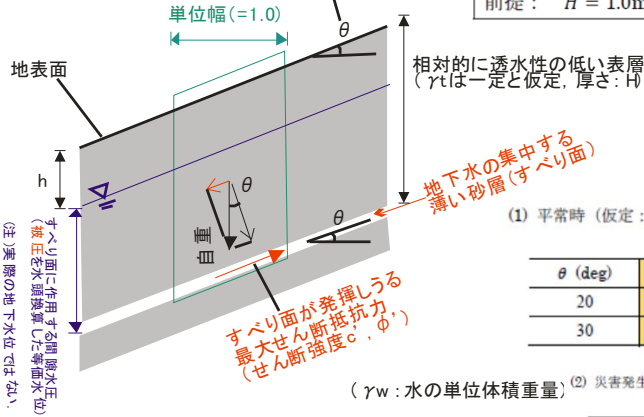
※原位置は、より低密度なので、実際には強度がさらに小さい可能性がある。

8

単純化した斜面モデルに基づく斜面崩壊機構の確認

(注) 実際には砂層の走向傾斜と異なる箇所が多い

前提: $H = 1.0\text{m}$, $\gamma_t = 18\text{kN/m}^3$



(1) 平常時 (仮定: 水圧なし, 自然含水比条件での c' と ϕ')

θ (deg)	F_s
20	2.83
30	1.96

(γ_w : 水の単位体積重量) (2) 災害発生時 (仮定: 飽和条件での ϕ' ($c'=0$))

θ (deg)	h (m)	F_s
20	1 (水圧なし)	1.75
	0.5	1.27
	0	0.80
30	1 (水圧なし)	1.10
	0.5	0.80
	0	0.50

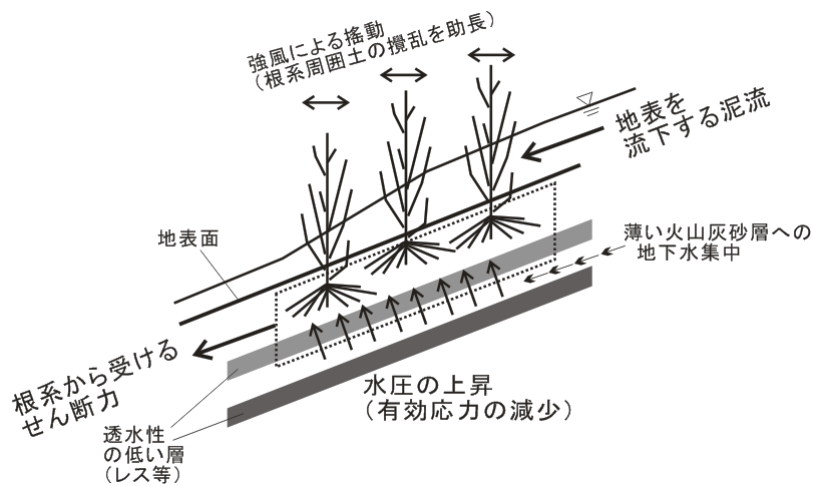
$$F_s = \frac{c' + \{\gamma_t H - \gamma_w (H - h)\} \cos^2 \theta \tan \phi'}{\gamma_t H \sin \theta \cos \theta}$$

$c'=0$ のとき

$$F_s = \left\{ 1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_t} \left(1 - \frac{h}{H} \right) \right\} \frac{\tan \phi'}{\tan \theta}$$

実際には、それ以外の力学的作用もあり...

源頭部の表層崩壊の最初のきっかけの総合的イメージ



(前ページ説明の補足写真)



火山灰砂層に断続する洗掘痕

11

まとめ

(1) 崩壊した斜面では、背後から流入した地下水が集中的に浸透したと見られる透水性の高い降下火山灰に由来する砂層と、相対的に透水性のやや低いレス(シルト質砂)層などが互層を成している。

(2) 崩壊部の露頭を観察すると、火山灰砂層に対応する箇所では、断続的にパイピング様の洗掘孔が見られる。地下水の流速が上昇して表層崩壊が生ずる瞬間に、表層に近い部分の砂層も一緒に吹き飛ばされたものと推定される。

(3) この火山灰砂の原位置での密度は極めて小さく、室内土質試験から推定されるせん断強度は非常に低い。この層に大きな水圧が生じた結果、表層崩壊が発生したと考えられる。

以上

12