

降雨下における桜島火山灰斜面の浸透崩壊機構について

鹿児島高専 正員○前野 祐二
鹿児島高専 正員 永吉 馨
鹿児島高専 正員 平田 登其男
鹿児島高専 正員 岡林 巧
鹿児島高専 正員 木原 正人

1. まえがき 桜島は、現在まで30年を越える活発な火山活動が続けて、大量の火山灰を噴出して、桜島を中心とした地域に火山灰を堆積させてきたので、場所によっては、火山灰の厚さが、数メートルに及ぶことがある。さらに鹿児島県は日本有数の多雨地帯なので、梅雨時期は、毎年、野尻川や長谷川等で土石流が発生する。従って、火山灰斜面の浸透崩壊機構の解明が非常に重要である。降雨下に於ける斜面の浸透崩壊機構は従来より多くの研究がなされているが、その機構は、複雑な故に実際の現場で利用されるまでに至っていない。本研究は、降雨下に於ける火山灰斜面の浸透崩壊機構を間隙水圧と貯留水に着目して考察したものである。

2. 実験方法と試料 実験装置は、従来から使用している大型降雨装置を図-1に示すように改良して、3試料を同時に実験できるようにしたものである。降雨強度は、各試料とも、60mm/hrである。図-2に示すように各試料ごとに間隙水圧、土圧を計測し、表面流出水と浸透水は、漏斗により採取して、さらに水と土に分離して計測した。表-1は、実験条件を示す。各試料の乾燥密度を3段階に変え、また火山灰については、法先の排水条件を透水壁、止水壁と2つのケースに分けて浸透崩壊機構の違いについて調べようとした。火山灰は、比重2.61、透水係数 $1.3 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ ($\gamma_t = 1.39 \text{ gf/cm}^3$)、最大粒径

表-1 実験条件

	降雨強度 (mm/hr)	斜面角(°) 法先条件		初期含水比 (%)	初期乾燥密度 (g/cm³)	締固め度 (%)
実験1 (火山灰)	65	$\theta = 15^\circ$ 透水壁	試料1	5.34	1.153	64.07
			試料2	5.42	1.356	75.32
			試料3	5.06	1.535	85.28
実験2 (火山灰)	65	$\theta = 15^\circ$ 止水壁	試料1	5.34	1.101	61.19
			試料2	6.12	1.290	71.69
			試料3	5.77	1.494	82.99
実験3 (しらす)	65	$\theta = 15^\circ$ 透水壁	試料1	21.86	0.732	56.34
			試料2	22.95	0.917	70.53
			試料3	28.30	1.210	93.00

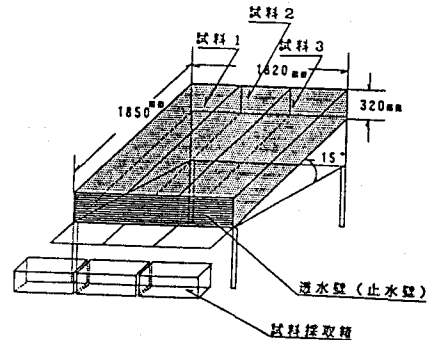


図-1 斜面の形状と寸法

表-2 実験結果

	試料番号	斜面崩壊状況	斜面侵食状況	最大含水比
実験1 (火山灰)	試料1	66分後崩壊	地表面の沈下後全面に小さいクラックが発生後崩壊	2.2(X)
	試料2	180分後崩壊なし	90分後斜面浸食が発生、降雨開始110分後がピーク	2.2(X)
	試料3	180分後崩壊なし	80分後斜面浸食が発生、降雨開始110分後がピーク	2.0(X)
実験2 (火山灰)	試料1	68分後崩壊	地表面の沈下後全面に小さいクラックが発生後崩壊	2.4(X)
	試料2	67分後崩壊	小さいクラックが発生後崩壊	2.3(X)
	試料3	180分後崩壊なし	80分後斜面浸食が発生、降雨開始100分がピーク	3.0(X)
実験3 (しらす)	試料1	65分後崩壊	80分後斜面浸食が少し発生	4.3(X)
	試料2	67,84分後崩壊	崩壊前に斜面侵食未発生	4.0(X)
	試料3	180分後崩壊なし	5~30分が斜面浸食が著しい	4.0(X)

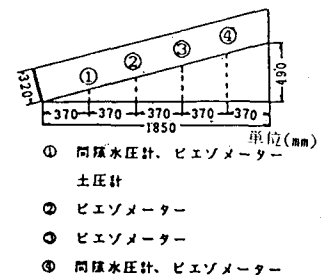


図-2 測定機器の配置図

12mmのもので、粒度組成は、れき分12%、砂分77%、シルト以下12%であり、しらすは、霧島山麓で採取した比重2.40、透水係数 $3.4 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ ($\gamma_t = 1.41 \text{ gf/cm}^3$) 最大粒径粒径12.0mmのもので、粒度組成は、れき分6%、砂分62%、シルト分以下34%である。試料は、火山灰としらすを用いたので、同じ締固め状態にするために締固め度(乾燥密度)/(最大乾燥密度) $\times 100(\%)$ を同一になるよう締固めて、比較を行なった。

3. 実験の結果及び考察 実験結果を、表-2に示す。斜面の崩壊時期に、大きな差はないが、崩壊したケースのパターンについて見ると、火山灰では、崩壊前には流出土が少なく、崩壊は、法肩頂部から全体的に崩壊するが、一方、しらすでは崩壊前に一部法表面が流失し、流出土を発生し、崩壊は法中腹部が部分的に崩壊する。火山灰の試料2は、実験1では含水比が22% (斜面内部含水比が均一と仮定した場合) で定常になるが、崩壊しなかった。実験2では23%を越えて崩壊する。それに対して、しらすの場合は実験1と同じ条件であるにもかかわらず、試料1、2とも崩壊した。図-3、4、5は、火山灰及びしらすの実験1、2、3における試料1、3の場合の浸透特性を示したものである。試料3について見ると実験1の火山灰は、給水と排水が釣合い、安定状態に至り崩壊しないが、しらすの場合は、段階的に含水比が増加し、安定状態にならない。そのうえ、下層まで水が浸透していないと判断されるので、さらに浸透が進むと斜面崩壊の可能性がある。また、表面流出土を比べてみると火山灰よりもしらすの方が多かった。図-6、7は、ピエゾメータによる間隙水圧分布を示している。実験2の締固め度72%の火山灰試料2は、3kPaで崩壊し、同じ締固め度であるしらすの試料2は、2kPaで崩壊している。これらのことより、火山灰としらすを比較すると火山灰の方が、降雨に対してしらすよりもより安定しているということが、本実験結果から判断されよう。

4. あとがき 降雨下における間隙水圧分布より、火山灰斜面の浸食崩壊予知は、締固め度が比較的低い場合は予測可能であると言えそうである。最後に、本研究を進めるにあたり鹿児島高専土木工学科井ノ上 浩三、久保田 豊、瀬戸口 雄二に多大な協力を得た。ここに感謝の意を表する。

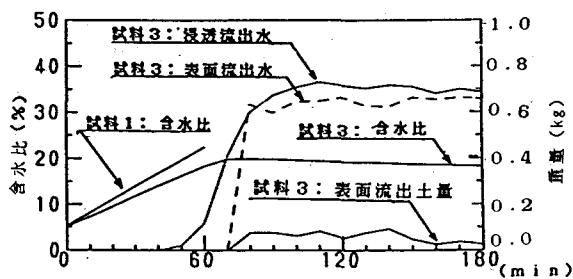


図-3 実験1: 浸透特性

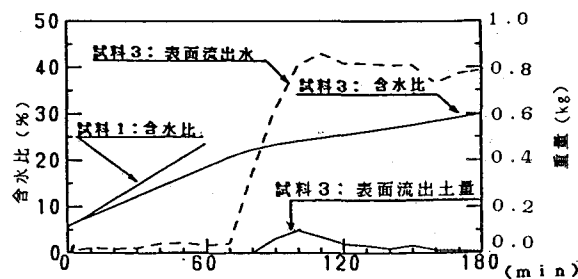


図-4 実験2: 浸透特性

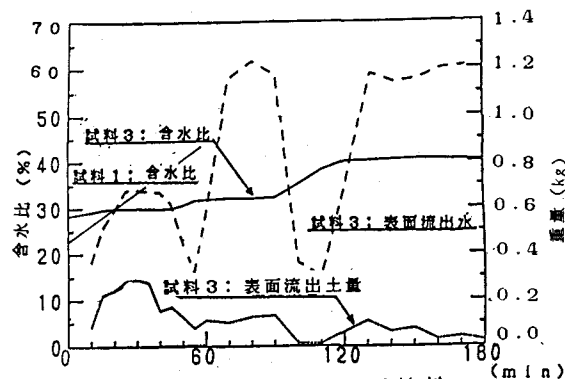


図-5 実験3: 浸透特性

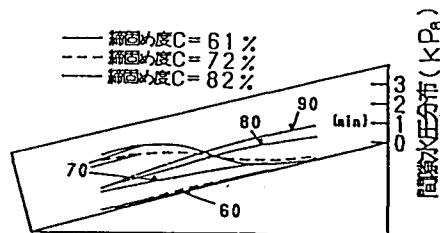


図-6 間隙水圧分布: 実験2

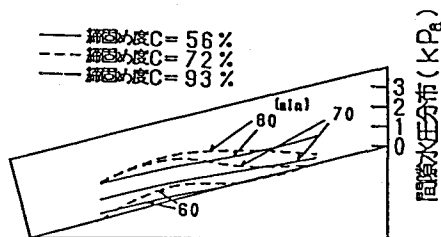


図-7 間隙水圧分布: 実験3