

九州大学 正員 山内 豊聡
山口大学 正員 村田 秀一
鹿児島高専 正員 ○ 岡林 巧
鹿児島高専 本原 正人

1. まえがき

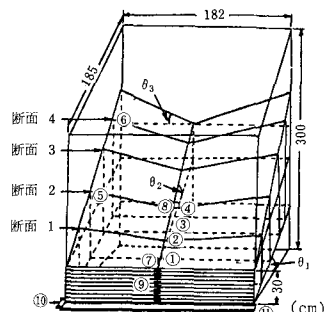
桜島は火山活動を1955年に再開して以来、雨期に降下堆積物の土石流などの二次災害も頻発するようになってきた。桜島に関する1)～2)降下火山灰の分布や堆積状況、土石流問題および災害気象についての研究は、今日各所の研究機関でかなり行なわれている。本研究は桜島における火山灰砂で形成された各種の斜面の降雨下における侵食崩壊機構を解明するために実施したもののうち、火山灰斜面の土中水の挙動と侵食崩壊に関したものである。

2. 実験方法と試料の性質

実験は、南九州特有の降雨パターンを導入可能な人工降雨装置を用いて実施した。図1に斜面の形状および寸法を示す。表1に実験条件を示す。実験1～15は連続降雨パターンで、実験16～19は断続降雨パターンである。降雨パターンの中でも実験12～18は降雨強度に強弱をもたせた。斜面に用いた試料は、桜島で採取した粒径10mm以下の流出火山灰砂で、比重2.50、透水係数 $1.1 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$ ($\rho_t = 14.69 \text{ kN/m}^3$)である。粒度組成は、礫分20%、砂分75%、シルト分以下5%である。

3. 実験結果および考察

図2 a)、b) は連続降雨パターンの中でも降雨強度をそれぞれ45mm/hと86mm/hの一定降雨強度とした代表例である。図から明らかなように降雨強度が大きな降雨条件ほど終局的斜面崩壊は早期に発生することが判る。ここで、本実験装置の特徴として降雨量を浸透流出水量と表面流出水量および間隙水量の3成分に分離できることをあげれるが、降雨強度の大きな条件ほど単位浸透流出水量は大きいことも判る。単位表面流出水量は単位浸透流出水量がほぼ一定値を呈した時点で発生する傾向にある。また、ピエゾメーター水位は斜面先部から発生し、降雨時間の増加とともに斜面後部に向かって漸増する傾向が認められる。さらに、ピエゾメーター水位の増大



①②③④：開けき水圧計，水位計，開けき空気圧計
⑤⑥：斜面移動計，沈下計
⑦⑧：埋込式変位計⑨：土止め板式土圧計
⑩：浸透流出水用とい
⑪：表面流出水量流出土量とい

図1 斜面の形状および寸法

表1 実験条件

実験 番号	降雨 強度 (mm/h)	降雨パターン (降雨時間 を要する)	斜面傾 斜角 (°)	下層条件	初期 含水比 (%)	初期密度 (KN/m ³)
1	80	→	$\theta_{1,2} = 15^\circ$ $\theta_2 = 0^\circ$	不透水層	5.4	14.7
2	96.3	→	"	"	8.9	17.9
3	96	→	"	"	1.2	—
4	94	→	$\theta_1 = 15^\circ$	"	6.7	17.6
5	96.3	→	"	"	5.5	17.1
6	86	→	"	"	7.6	14.0
7	80	→	"	"	5.6	14.7
8	80	→	"	"	8.6	13.6
9	63	→	"	"	5.7	14.7
10	45	→	"	"	4.1	15.4
11	63	→	"	透水層 厚さ5cm	6.8	14.7
12	64	→	"	不透水層	6.7	14.7
13	80	→	"	"	5.7	14.7
14	11	→	"	"	—	—
15	92	→	"	"	6.0	14.7
16	104	→	"	"	7.4	13.7
17	50	→	"	"	6.5	—
18	205	→	"	"	8.5	13.8
19	340	→	"	"	8.2	14.5

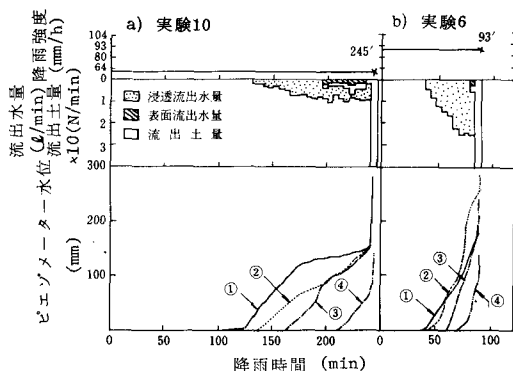


図2 一定降雨強度の連続降雨パターンの条件下における斜面特性

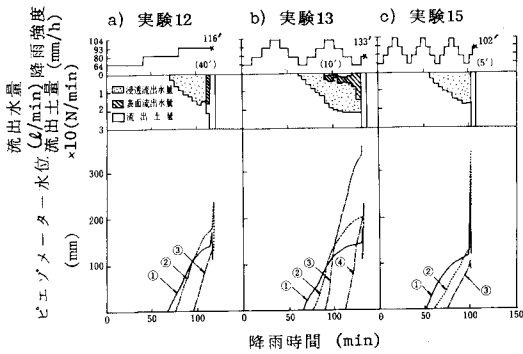


図3 降雨強度に強弱をもたせた連続降雨パターンの条件下における斜面特性

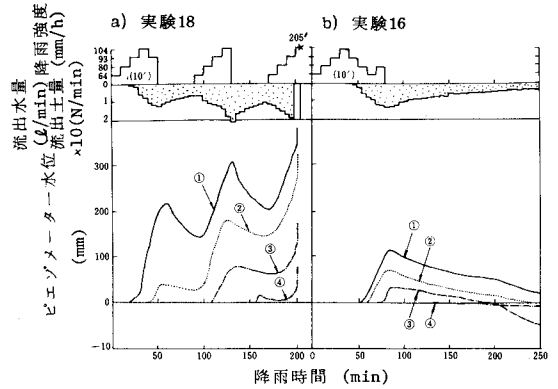


図4 断続降雨パターンの条件下における斜面特性

の程度は、降雨強度の大きな降雨条件ほど大きいと言える。図3 a) b)、c)は、降雨強度に強弱をもたせた場合で、それぞれ実験12、13、15について示したものである。図から判るように、水位特性は前述の一定降雨強度を斜面にあたえた場合とほぼ同様なことが言える。降雨強度に強弱のある降雨条件の特徴として、表面流出量が漸増するためには地盤の浸透能を上まわる降雨が持続する必要がある、表面流出水が発生してもその余剰降雨の供給が斜面になくれば火山灰砂のような砂質斜面の場合、かなり早い速度で表面流出水は鉛直浸透する傾向を示した。図4は断続降雨パターンの代表的な例を示したものである。図から明らかなように単位浸透流出量は降雨の休止とともに徐々に減少し、降雨を再開すると降雨強度に比例して増大する傾向にある。またピエゾメーター水位の挙動に關しても同様なことが言える。斜面崩壊が発生した図4 a)と発生しなかった図4 b)を比較して判るように1降雨のくり返される降雨時間の間隔と降雨強度のレベルにより斜面は安定を保つものと考えられる。図5は斜面傾斜角条件の違いによる斜面特性を表わしたものである。斜面傾斜角の大きな図5 b)の例は131分で斜面崩壊が発生しているのに対し、斜面傾斜角の小さな図5 a)の例はさらに降雨時間が漸増しても安定状態を維持できるものと考えられる。このことは、ピエ

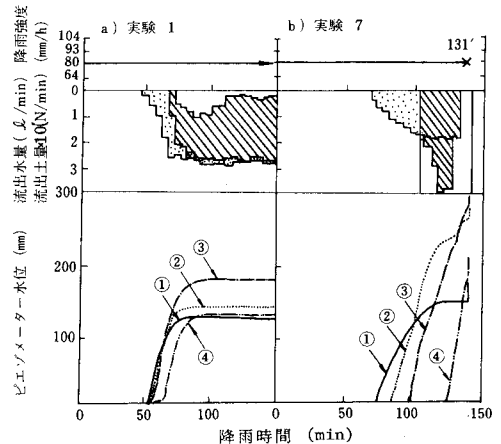


図5 斜面傾斜角条件の違いによる斜面特性

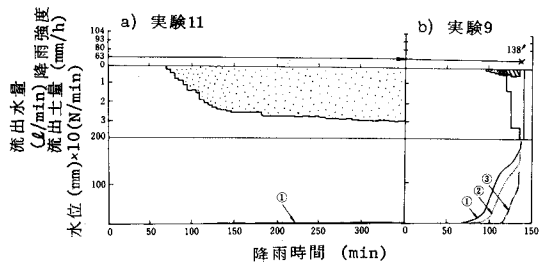


図6 斜面下層部透水層条件の違いによる斜面特性

ゾメーター水位、浸透流出水量、表面流出水量および表面流出土量が定常状態にあることから推測できる。桜島では火山灰斜面の下層部に大量のボラ層を有した地層条件となっていることがしばしば認められる。図6 a)、b)はそれぞれ斜面下層部にボラ透水層を有した場合と斜面下層部に不透水層を有した場合に関する降雨下における斜面特性を表わしたものである。図から判るように、不透水層を有する図6 b)の例は浸透流出水量、表面流出水量および表面流出土量がそれぞれ発生した後に終局的斜面崩壊を起こしているのに比べ、透水層を有する図6 a)の例は、浸透流出水のみ発生している。また、ピエゾメーター水位の挙動は前者がこれまで一連の実験結果とほぼ同様な傾向を呈しているのに比べ、後者のそれは単位浸透流出水量が定常値を示しているにもかかわらずほとんど変化が認められない。これらのことは、斜面内に貯留水の増加がないことを意味し、このような条件下にある斜面は長期間の連続降雨においても安定状態を保持するものと考えられる。

さいごに、本研究は文部省科学研究費の補助を受けたものであること、鹿児島県桜島地域学術調査協議会による研究に参加して得られた成果の一部であることを付記する。

- 参考文献 1) 歳田正夫(1978): 桜島の河川と土石流、第15回自然災害科学総合シンポジウムpp1~8
2) 山崎達雄他(1980): 桜島の土石流、桜島地域学術調査協議会調査研究報告pp187~201