

降雨下におけるしらす斜面の侵食崩壊に関する実験的研究

鹿児島高専 正員 永吉 肇
鹿児島高専 正員 岡林 巧
鹿児島高専 学生員 ○満田 紀代志
鹿児島高専 学生員 吉永 大和

1. まえがき

集中豪雨に伴う斜面崩壊は毎年各所で多く発生している。特に南九州に広く分布するしらすの斜面において、よく降雨災害が発生し、多大な人的、物的被害をもたらされている。中でも鹿児島市の中心部で昭和61年7月10日に集中豪雨があり、死者18人、負傷者15人、被害総額約20億円の自然災害はまだ記憶に新しい。この災害は、当日の15:10~16:10間で1時間に75mmの降雨を記録しており、鹿児島地方雨気象台の観測史上4番目の豪雨であったことと、地山しらすが崩壊したことで特徴づけられる。このような事態に関連して、降雨による土工斜面の崩壊を問題とした研究は、従来多く行なわれている。しかし、雨水の斜面中での浸透機構が複雑で、未解明な点が多く、未だに崩壊の予知予測手法や防止法等について十分な対策がなされていないのが現状である。本研究は、以上のことを踏まえて、しらす盛土斜面の降雨下における侵食崩壊現象を大型人工降雨装置を用いて観測し、斜面の安定性の検討を行なったものである。

2. 実験の方法と試料の性質

実験は、本校で開発製作した大型人工降雨装置を用いて行なった。本装置の特徴は、雨滴発生装置により、10~180mm/hの範囲で降雨強度を任意に調節可能であること、降雨量を表面流出水量、貯留水量及び浸透流出水量に分けて計測可能であること、雨滴発生装置自体を一定のサイクルを保たせて振動させ得ることである。斜面は、降雨時に表面流出水量を集中させ、ガリ侵食の発生状況をビデオ解析し易いよう中央に谷部を設けた形状とした。図-1に斜面の形状と寸法を示す。観測のために土中には、間隙水圧計、土圧計、変位計を埋設し、斜面を支える土圧板にひずみ計を設置した。実験条件は表-1の通りである。降雨強度は降雨開始後短時間で表面流出水が発生するよう、予備実験により60mm/hとした。今回の実験は、初期湿潤密度の異なる2種類の盛土斜面で行なった。降雨は、斜面が終局的崩壊を起こした時点で停止し、計測は土中の水位の変化が定常化するまで続行した。実験に用いた試料は、霧島山麓で採取した比重2.40、透水係数 $1.16 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ ($\gamma_s = 1.40 \text{ g/cm}^3$)、粒径12.0mm以下のしらすで、粒度組成は、れき分10%、砂分62%、シルト分以下28%である。

3. 実験の結果及び考察

実験1, 2における間隙水圧特性を示したものが図-2である。間隙水圧の計測は、間隙水圧計(ST研究所PS25-01)で行なった。図から明らかなように、間隙水圧は、降雨開始後しばらく経った後斜面先部から斜面後部の順に漸次発生することが判る。この間隙水圧の発生は、実験2の斜面の方が約2倍速く生じている。こ

表-1 実験条件

実験	降雨強度 (mm/h)	斜面角 (°)	下層条件	初期含水 比(%)	初期乾燥密 度(g/cm ³)
1	60.0	$\theta_1=15$	不透水層	22.7	1.13
		$\theta_2=15$			
2		$\theta_3=15$		27.1	0.82

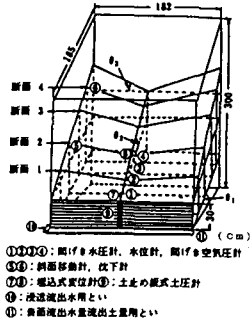


図-1 斜面の形状と寸法

これは、締固め密度の小さな条件であることに起因するものである。土の密度条件についても間隙水圧は、降雨の継続につれ斜面先部ほど大きな値を示して定常値化する傾向にある。さらに、斜面の崩壊は、締固め密度の大きな条件の方の降雨時間が長く、斜面先部の間隙水圧が十分定常値化した段階で発生している。このことは、締固め密度を大きくしたことで、斜面を構成するしらす粒子の骨格構造が強化され、その結果として斜面の力学定数が大きくなったことに主因しているものと考えられる。斜面先部の間隙水圧が実験1、2共にほぼ等しい値を呈して定常化している。これは、斜面の形状及び設置深度が等しいことによるものである。両斜面の崩壊時の間隙水圧を比較すると、斜面崩壊は、斜面先部の間隙水圧が約3kPaに達した時点で発生すると考えられる。

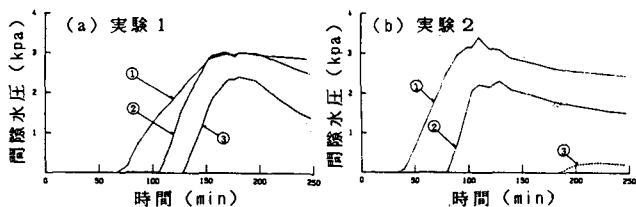


図-2 間隙水圧特性

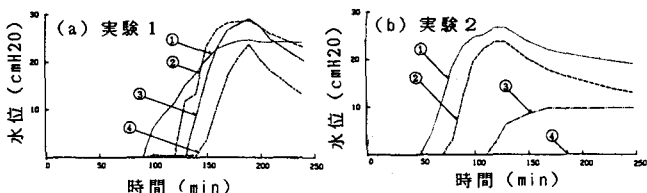


図-3 ピエゾメーター水位特性

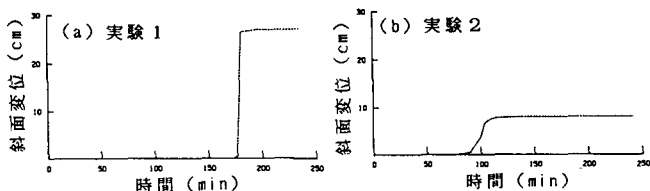


図-4 斜面変位特性

図-3は、間隙水圧と同様に斜面中央部に設置したピエゾメーターの示す水位を表わしたものである。全体的に、ピエゾメーター水位の挙動は、先に述べた間隙水圧とほぼ等しいと言える。ただ、ピエゾメーター水位は間隙水圧に比較して挙動が遅れがちである。これは、間隙水圧計とピエゾメーター計の感度の違いによるものである。斜面中央に設置した斜面変位計（東京測器：DP-500B）による変位と降雨時間の関係を示したものが図-4である。実験1、2を比較してわかるように、斜面崩壊までの所要時間は、実験1がかなり短い。このことから、地山しらすのような強度の大きな斜面の崩壊は、斜面変位を供わずに突発的に起こることが予測される。これらのことから、斜面崩壊の予知には、間隙水圧を常時モニターする方法が良いと考えられる。図-5に浸透流出水量特性を示す。浸透流出水量は締固め密度の小さな条件ほど早期に発現しその量も小さいことが判る。図-6は斜面内部に貯留した水量と降雨時間の関係を示したものである。図から明らかなように貯留水量は、締固め密度の大きい斜面の方が大きいことが判る。これは、締固め密度が大きなことに起因して保水能力が大きいことを意味するものである。

4. あとがき

本研究では、降雨下におけるしらす斜面の侵食崩壊に関する実験を行なった結果、崩壊予知には間隙水圧を常時モニターする方法が最も良いことが明らかとなった。最後に、本研究を進めるにあたり鹿児島県高専土木工学科前野祐二助手に多大な協力を得た。ここに感謝の意を表す。また本研究は、昭和61年度文部省科学研究費（岡林巧）の補助により行なった成果の一部であることを付記する。

【参考文献】1) 橋本一郎他；昭和51年6月豪雨による鹿児島県の土砂及び土石流災害に関する調査研究報告、1977年、p124。

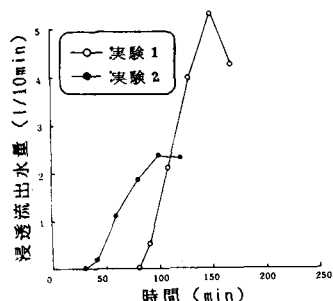


図-5 浸透流出水量と降雨時間

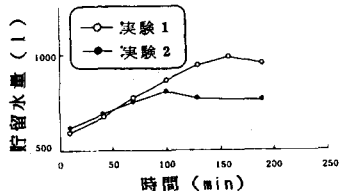


図-6 貯留水量と降雨時間