

降雨下における盛土斜面の安定性に関する実験的研究

鹿児島高専 正員 永古 肇  
鹿児島高専 正員 岡林 巧  
鹿児島高専 学生員 ○上橋 浩人  
鹿児島高専 学生員 豊崎 良直

1. まえがき

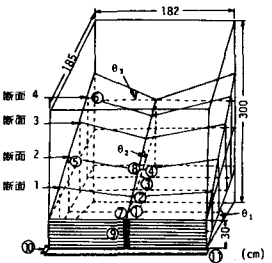
近年鹿児島市近辺の地域は急速に都市化されつつある。都市開発された新設宅地の中には、南九州が日本でも有数の多雨地域に属することに起因して、降雨崩壊災害を起こした例もある<sup>1)</sup>。この崩壊災害は、しらす盛土斜面である場合が多い。降雨を伴った盛土斜面の崩壊を問題とした研究は、従来から内外でかなり行われている。しかし、雨水の斜面中での浸透自体一般に不飽和状態を呈すことから、その浸透機構は複雑であり、現地の防災に供するまでに到っていない。本研究は、以上の点を踏まえ、しらす盛土斜面の降雨下での安定性の検討を大型人工降雨装置を用いて行ったものである。

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大型人工降雨装置を用いて行った。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、浸透流出水量および貯留水量に分離し、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。図-1に斜面の形状および寸法を示す。斜面は、降雨時に表面流出水を集中させ、ガリ侵食の発生状況をビデオ解析すべく中央に谷部を設けた形状とした。実験条件を示したものが表-1である。降雨強度は、降雨後短時間で表面流出水を発生させるべく、予備実験により59mm/hとした。降雨パターンは、連続降雨パターンと断続降雨パターンの2種類とした。断続降雨パターンでの降雨の制御は第3回目の降雨で斜面を崩壊させるように行った。すなわち、予備実験により斜面先部1に埋設した間隙水圧計が約3kPaを示した時点で斜面崩壊は発生することがほぼ判明したので、第1降雨は、間隙水圧が1kPaに達すると降雨を停止させた。第2降雨は、間隙水圧がほぼ1/2だけ低下した時点で開始し、2kPa値で再度停止させた。第3降雨も同様に間隙水圧値をモニターしつつ降雨を制御して斜面を崩壊させた。斜面に用いた試料は、牧園町産の比重2.40、透水係数  $1.16 \times 10^{-3}$  cm/sec、粒径12mm以下の始良しらすである。粒度組織は、礫分10%、砂分63%、シルト分以下27%である。

3. 実験結果および考察

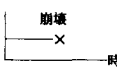
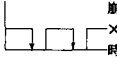
降雨パターンと間隙水圧特性を示したものが図-2である。図から明らかなように、終局的な斜面崩壊は、連続降雨パターンの降雨条件のほうが早期に発生することが判る。このことは、斜面が安定性を保持する条件として、降雨時に斜面中に発生する間隙水圧を過剰に増大させないことが大切であることを示唆するものである。おそらく実験2(b)の断続降雨パターンで第2降雨の開始に時間をかけ、斜面中の間隙水圧値をもっと下げればこの斜面の終局的崩壊は、さらに長い時間を要したものと考えられる一方、間隙水圧は、降雨パターンによらず斜面先部から増大する傾向を示して



①②③④: 間隙水圧計、水位計、土圧計  
⑤⑥: 斜面移動計、右下計  
⑦⑧: 傾式変位計、土止め板式土圧計  
⑨: 浸透流出水用とい  
⑩: 表面流出水量測定土量用とい

図-1 斜面の形状および寸法

表-1 実験条件

| 実験 | 降雨パターン                                                                              | 降雨強度<br>(mm/h) | 斜面角<br>(°)                                                 | 下層条件 | 初期含水<br>比 (%) | 初期湿潤密<br>度 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|------|---------------|---------------------------------|
| 1  |  | 59.0           | $\theta_1$<br>$= \theta_2$<br>$= \theta_3$<br>$= 15^\circ$ | 不透水層 | 23.2          | 1.47                            |
| 2  |  |                |                                                            |      | 26.1          | 1.41                            |

いる。これは、後述する斜面中の水位がまず斜面先部から発生し、斜面後部に向かって漸増することを意味するものである。小標本であるので明確ではないが、終局的斜面崩壊時の間隙水圧は、連続降雨パターンの方が高く加速度的傾向を示すものと考えられる。図-3は、降雨時のピエゾメーター水位特性を示したものである。両降雨パターンを比較して明らかなように、ピエゾメーター水位は、前述した間隙水圧とほぼ同様な挙動を示すことが判る。ただ、わずかに間隙水圧の方が降雨パターンに対応して増減するのは、間隙水圧計の方が分解能が高い理由により、不飽和域まで計測しているためである。

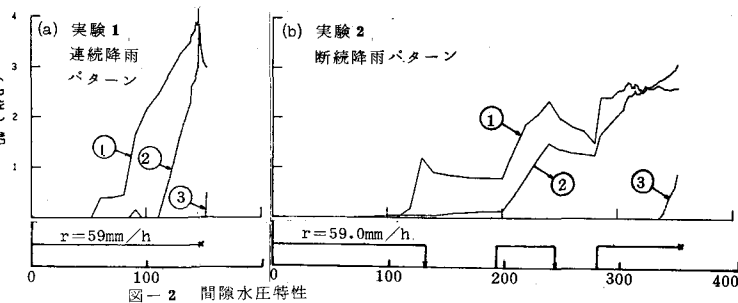


図-2 間隙水圧特性

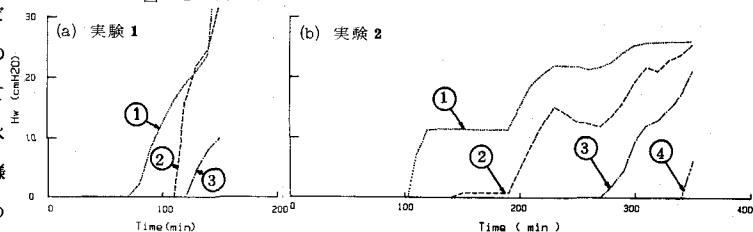


図-3 ピエゾメーター水位特性

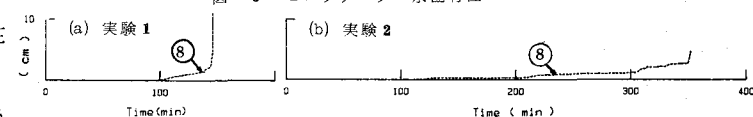


図-4 斜面変位特性

る。降雨時の斜面変位特性を示したものが図-4である。終局的斜面崩壊時までの斜面変位量は、降雨パターンによらずほぼ一定で、累積量約3cmと言える。このことから、終局的斜面崩壊の予知には、斜面変位を計測し、加速度的増大点を認識する方法も考えることができよう。図-5は、間隙水圧と土圧の関係を示したものである。間隙水圧と土圧の間には相関関係を認めることができる。終局的崩壊は、全体的に連続降雨パターンの方が断続降雨パターンの土圧に比較して小さな土圧で生じている。これは

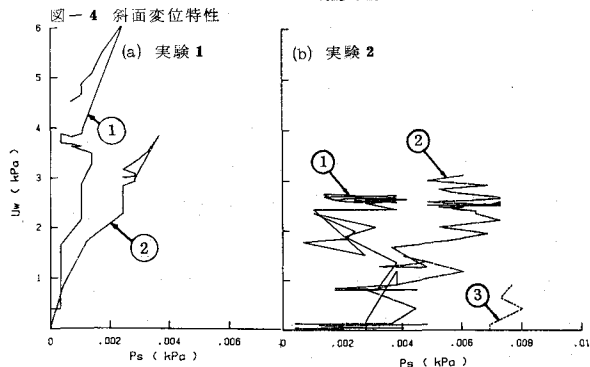


図-5 間隙水圧と土圧

連続降雨パターンの場合、土中水をより多く貯留できることを示唆するものである。土圧と斜面変位の関係を示したものが図-6である。斜面が加速度的にすべり始めた時点での土圧は、断続降雨パターンの方が大きな値を示している。これは先に述べた貯留水量の違いを裏づけるものである。また、断続降雨パターン時の土圧は、かなり変動している。このことは降雨休止により土中水が時間と共に拡散することを意味するものである。

#### 4. あとがき

本研究では、降雨下での斜面の安定性を検討する方法として、斜面中に埋設した圧力計および変位計により斜面の挙動をモニタリングするシステムの有効性が明らかとなった。本研究は、文部省科学研究費（特定研究の補助を受けたものであることを付記する。

参考文献：1) 山内、後藤、松田、村田；昭和51年6月豪雨によるしらす

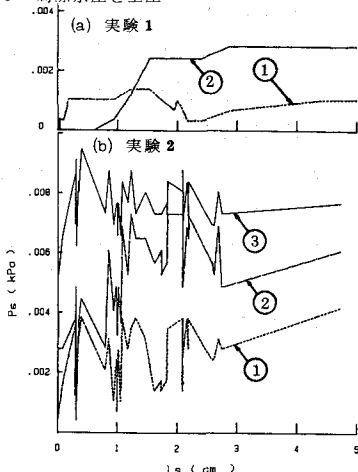


図-6 土圧と斜面変位

斜面災害の特徴、昭和51年6月豪雨による鹿児島県の土砂および土石流災害に関する調査研究報告、pp.29～35, 1977.