

雨水の不飽和浸透に伴う地山しらす斜面のゼイ性破壊に関する原位置試験

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 正 員 木原 正人
鹿児島高専 学生員 神田 寿憲
鹿児島高専 学生員 古川 淳一

1. まえがき

南九州に広く分布するしらすは、その災害の多発することよく知られている。特に、しらす斜面の降雨下における自然崩壊は毎年のように繰り返されているのが現状である。乱さない地山しらすは、引張り力を有しているため、その強度特性はかなり岩石的である¹⁾。このような材料の破壊は、ゼイ性的であるためにクラックの発生が問題となる。実際、切土しらす斜面や、自然しらす斜面は、降雨による侵食に対する防止上からなり垂直に近い状態とする場合が多い。地山しらす斜面の崩壊は、斜面に平行な線で起こることが多く、その他の斜面に見られる円形すべりは伴わない。本研究は、このような地山しらす斜面の降雨下における雨水の不飽和浸透を伴った場合の崩壊とクラックの挙動を明らかにするために、原位置の地山しらす層に切土斜面を形成し、雨水を浸透させた後に涯端部に載荷を行い斜面を崩壊させることにより、その破壊形態とクラックの関係を検討し、報告するものである。

2. 実験方法及び試料の性質

実験装置の概略を図-1に示す。載荷時の反力は11tonトラック後部のシャーシーを用いた。載荷応力は、5 ton用検力計によった。載荷圧は、10ton用手動油圧ジャッキを用いることにより得た。垂直変位の増大に伴った偏心荷重の防止は、ユニバーサルジョイントを用いることにより得た。写真-1は、原位置での地山しらす斜面の載荷実験状況を示したものである。実験の方法の内、切土斜面は表-1に示すような2種類の傾斜角となるように整形した。切土斜面の載荷は、水を浸透させ十分飽和度を上げた後に実施した。水の浸透方法は、整形した切土斜面天端より20cmφの浸透用シリンダー底部から行うものとした。載荷に伴った斜面の変形状態は、崩壊時の斜面の挙動が速いことから11個のダイヤルゲージタイプの静ひずみ式変位計を用いることにより把握した。計測システムは、変位計 (DFD共和)、データーローガー(TDS-501、東京測器)、デイスクリコーダー (RM-311、東京測器) 及び出力演算機 (HP85) で構成した。試料の性質は、表-1に示した試料の指数的性質からすれば一般的な地山しらすの特性を表わしているといえる。ただ、実験前に降雨があった理由で、自然含水比はかなり高めの値を示している。

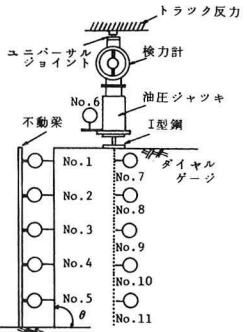
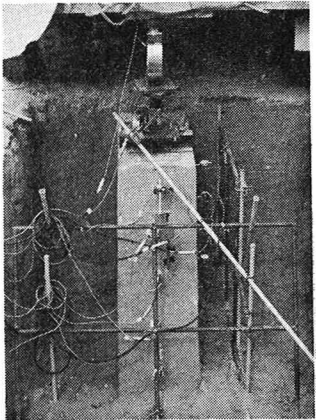


写真-1 原位置実験状況

3. 実験結果及びその考察

図-2 は、斜面載荷に伴う応力度、沈下量、時間曲線を表わしたものである。応力度と沈下量の関係は、斜面傾斜角が小さい条件ほど同一沈下量を得る載荷応力度は大きいと言える。また、傾斜角の等しい斜面での載荷応力度は、傾斜角の大小に関わらずに斜面の飽和度の大きい条件ほど小さいと言える。それは、水の浸透に起因する斜面の力学的強度定数

表-1 実験条件及び試料の指数的性質

実験 番号	傾斜 角 $\theta(^{\circ})$	載荷点 距離 F (cm)	斜面 高さ H (cm)	斜面 幅 B (cm)	斜面 奥行き L (cm)	斜面形状	自然 含水比 w (%)	自然 飽和度 Sr (%)	実験時 飽和度 Sr (%)	乾燥 密度 (g/cm^3)	土粒子 比重 Ga	間隙 比 e	浸透
1	60	20	100	40	80		36.4	76.3	76.3	1.28	2.43	1.157	無
2	60						38.1	80.0	85.0	1.28	2.43	1.157	有
3	90						36.4	76.3	76.3	1.28	2.43	1.157	無
4	90						38.1	80.0	86.0	1.28	2.43	1.157	有

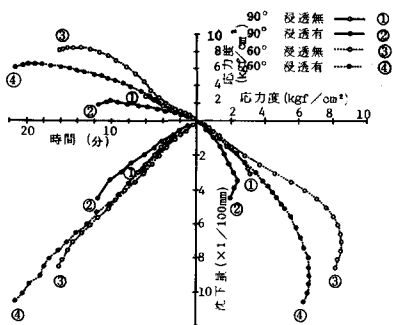


図-2 応力度、沈下量、時間曲線

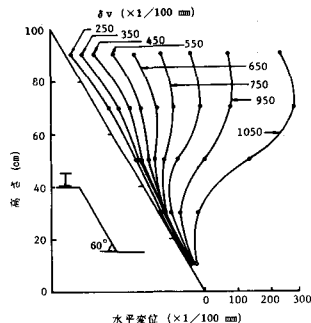
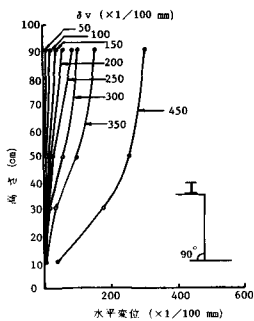


図-3 高飽和状態での載荷に伴う斜面の変形

の低下によるものと考えられる。どの条件に関しても載荷応力度にピークを認めた後の沈下量は比較的急速に進行している。この現象はクラックの増大の速度とほぼ一致するものであった。さらに、飽和度の大きな斜面の沈下量は、載荷応力度の最大値が低いにも関わらず大きい値をどの斜面条件も示している。次に、沈下量と時間は、ほぼ直線の関係を示している。このことから本載荷試験はひずみ制御方式で行ったが、時間的にもほぼ等間隔に載荷したことがわかる。高飽和状態での載荷に伴う斜面前面の变形を各垂直変位毎に示したものが図-3 である。載荷に伴う斜面前面の水平変位は、傾斜角の大きな斜面ほど載荷応力の低いすなわち垂直沈下量の小さなレベルで大きな値を示す傾向にある。また、水平変位の程度は、載荷板付近で最大値を示し、下層ほど直線的に小さくなっている。この斜面の挙動は、まさにゼイ性的と言える。低飽和状態での斜面の挙動に関してもほぼ同様な事が言えたが、斜面の水平変位は全体的に小さい傾向を示した。図-4 は、斜面の載荷応力と水平変位の関係を示したものである。どの斜面条件とも飽和度の大きな斜面ほど斜面前面の水平変位は大きい傾向を示すことがわかる。

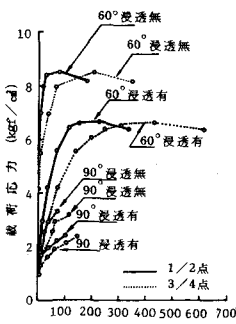


図-4 斜面の載荷応力と水平変位

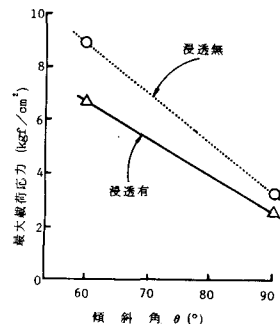


図-5 最大載荷応力と傾斜角

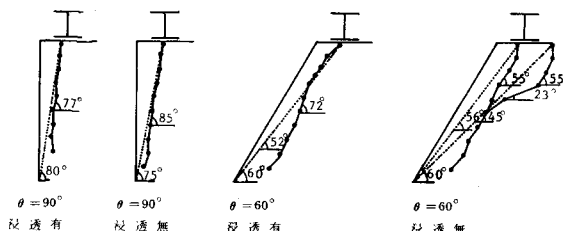


図-6 クラックの角度と斜面傾斜角

と水平変位の関係を示したものである。どの斜面条件とも飽和度の大きな斜面ほど斜面前面の水平変位は大きい傾向を示すことがわかる。最大載荷応力と斜面傾斜角の関係を示したのが図-5 である。図から明らかなように最大載荷応力は傾斜角の小さい斜面ほど大きいと言える。また、水の浸透を伴った場合のそれは、かなり低下すると言える。図-6 は、クラックの角度と斜面の傾斜角を示したものである。いずれの斜面条件に関してもクラックは、載荷位置から斜面に平行に進行する傾向にあり、斜面傾斜角が小さい60度斜面の場合より顕著と言える。

4. あとがき

本研究では、まず地山しらす斜面に浸透があった場合、斜面はかなり弱化的ことが確認できた。次に、地山しらす斜面は、ゼイ性的崩壊し、クラックの方向は斜面とほぼ平行と言える。

最後に、本研究を進めるにあたり日ごろ御指導をいただいている九州大学工学部山内豊聡教授、山口大学建設工学科村田秀一教授に感謝の意を表す。また、実験を遂行するにあたり原位置での実験の許可を受けた日本道路公団福岡建設局鹿児島工事事務所及び機材の提供をいただいた小牧建設株式会社に感謝の意を表す。

参考文献 1) 村田秀一、岡林巧：シラス切土斜面のゼイ性破壊に関する実験的研究、鹿児島高専研究報告、第11号、P. 81～89、