

高松工業高等専門学校

学生会員 河野 祐斗

正会員 土居 正信

1. はじめに

日本の国土は山地が多く、地形のほとんどが斜面となっている。よって必然的に地滑りや崖崩れなどの斜面崩壊が多発し、周辺地域は多大な被害を受けてきた。その被害を軽減させるためには家屋や防災施設の効率的な設計が必要であり、斜面の崩壊メカニズムを理解することは重要である。

一般に、斜面内部に層がある場合は非円弧すべり面、長大な斜面では平面的なすべり面になりやすい。

本研究では、アルミ棒を用いた斜面の模型実験を行い、結果から斜面崩壊の挙動を確認する。また、破壊形式やすべり面の位置など崩壊のメカニズムについて考察し、実際の斜面との関連性を検討する。

2. 実験概要

本研究では斜面の構造を単純化するため、斜面を同形状のアルミ棒約 5000 本で表現した。試験体の寸法は上辺 16cm、下辺 137.2cm、高さ 36cm、傾斜角 30° とし、載荷試験を 18 回行った（写真-1）。最下段のアルミ棒は、仕切りに角柱を用いて等間隔に配置した。

荷重は油圧ジャッキで斜面が破壊するまで載荷した。加圧板を試験体上辺の左側に置き、荷重が試験体の左側に作用するようにした。油圧ジャッキとブルーピングリングは、試験体を囲む実験装置の鉄筋部に固定している。荷重の大きさはブルーピングリングの値から比例計算によって求めた。破壊の定義は、斜面が崩れて載荷不能になった瞬間とした。破壊の様子はデジタルビデオカメラで記録した。

比較対象として、傾斜角 60° の試験体でも同様の載荷試験を 4 回行った。傾斜角 60° の斜面は傾斜角 30° の試験体と高さを統一するため、上辺 15.2cm、下辺 56cm、高さ 36.1cm とした。

なお、本研究で使用するアルミ棒は、直径 8mm、長さ 160mm、重量 21.6g である。実験後半からはすべり面を見やすくするためアルミ棒を色分けした。

3. 実験結果および考察

以下に傾斜角 30° 、 60° の実験結果を示す。

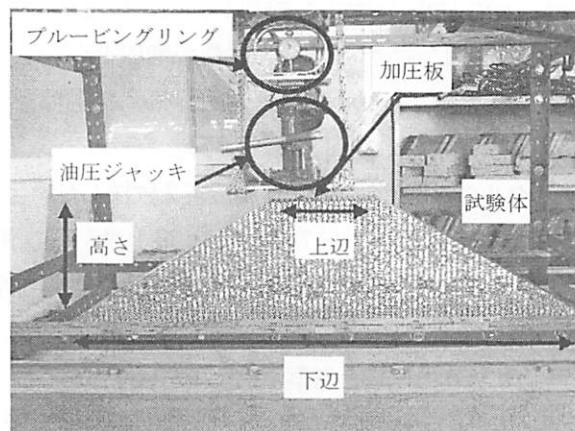
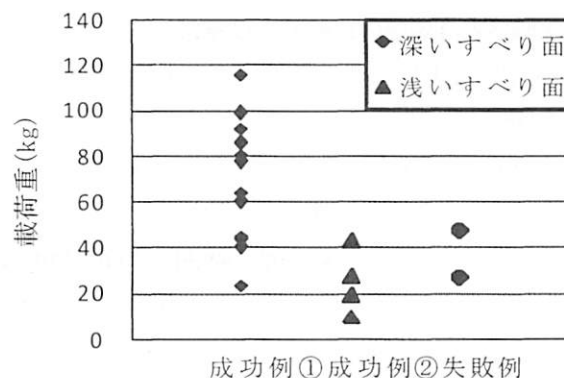


写真-1 実験装置の設置状況

(1) 傾斜角 30°

載荷重の分布を図-1 に示す。すべり面の分類は、始点が試験体上辺の中央より右側であれば深いすべり面、左側であれば浅いすべり面とした。

図-1 載荷重の分布（傾斜角 30° ）

実験結果の一例を写真-2 に示す。破線は元の表層位置を、実線はすべり面の位置を表す。すべり面は、斜面の深い位置に斜面に対して平行に現れ、斜面下部では弧を描くように現れた。

試験体に載荷された荷重の大きさは最小 10.0kg、最大 115.7kg で平均すると 60.3kg であった。試験体の左側に正確に載荷されていれば、斜面下部がはらみ、その少し後に全体が崩壊した。

数回見られた失敗例として、載荷重の一部が試験体の右側に作用するというものがあつた。これは載荷す

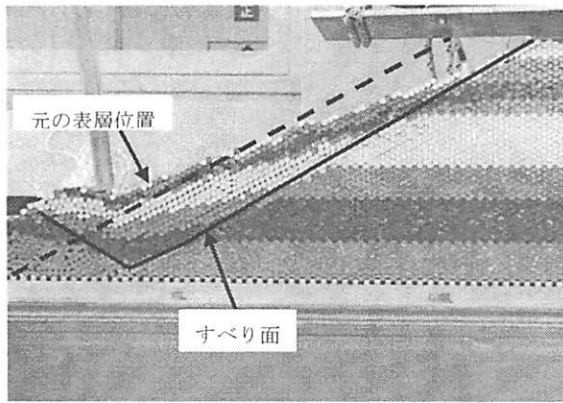


写真-2 実験結果の一例（傾斜角 30°）

る位置が成功例と比べて右側にずれていたことが原因と考えられる。この場合は斜面下部がはらむことはなく、代わりに斜面の表層が崩れてから全体が崩壊した。試験体上辺が少し崩壊して載荷が不十分のまま実験が終了したため、平均載荷重は 36.6kg で、成功例の平均載荷重 63.8kg と比べると約 60% の値となった。

また図-1 より、深い位置にすべり面が見られたときは試験体に大きい荷重が作用し、浅い位置にすべり面が見られたときは小さい荷重が作用していた。

破壊形状を見ると、載荷重が小さい場合は表層から内部へと順に崩壊したのに対し、載荷重が大きい場合は表層と内部が一体となって崩壊した。また、元の表層位置よりも外側に多くのアルミ棒が流れることが確認できた。これは傾斜角が小さく、載荷重が斜面下部まで伝達しやすいためと考えられる。実験時には試験体の左側にストッパーを置いていたため斜面下部が盛り上がったが、実際の斜面ではさらに外側まで土が流れると考えられる（写真-2）。

（2）傾斜角 60°

載荷重の分布を図-2 に、実験結果の一例を写真-3 に示す。破線は元の表層位置を、実線はすべり面の位置を表す。すべり面は二直線すべり面で、斜面の浅い位置に現れた。

失敗例は載荷重が右側に作用したものである。このとき斜面は左側より先に右側にはらみだし、その後斜面全体が崩壊した。

試験体に載荷された荷重の大きさは最小 7.7kg、最大 12.1kg で平均すると 9.6kg であり、傾斜角 30° の実験の 10% から 20% の値となった。はらみや表層の崩れは見られずに斜面は崩壊した。斜面下部はほとんど崩壊せず、斜面の表層が少し崩壊しただけであった。

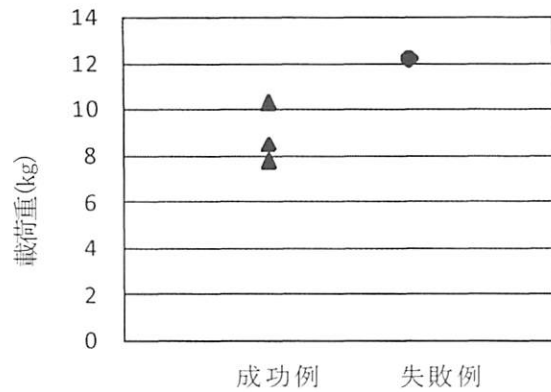


図-2 載荷重の分布（傾斜角 60°）

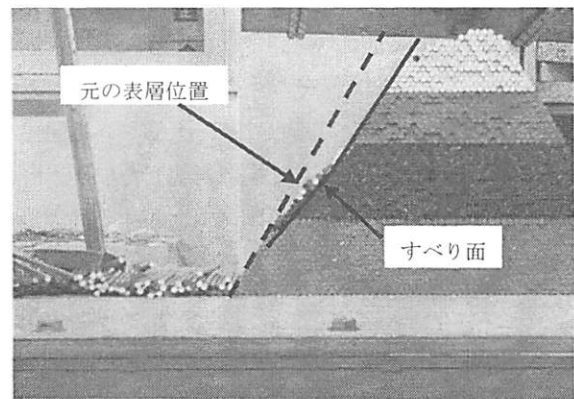


写真-3 実験結果の一例（傾斜角 60°）

これは傾斜角が大きく、載荷重が斜面下部まで伝達しにくいためと考えられる。

傾斜角 30°、60° の実験ではともに斜面内部に層が存在する。そこで見られたすべり面は非円弧で平面的なものであり、本実験の妥当性はあると考えられる。

4. まとめ

本研究により確認できた事柄を以下に示す。

- 1) 同様な条件の斜面で比較した場合、斜面の傾斜角は小さいほうが大きい載荷重に耐えられるが、破壊時の周辺への被害は大きくなる。
- 2) 傾斜角の大きい斜面は大きな載荷重に耐えられないため、家屋や施設の設計には細心の注意が必要。

また、斜面上や山地に施設を建設する場合は

- 1) 傾斜角が小さいときは斜面下部表層の十分な保護
- 2) 傾斜角が大きいときは斜面表層全体の簡単な保護が必要となる。

今後は傾斜角を変えた実験や、数値解析を用いた安定計算を行う予定である。

参考文献

- 1) 杉本光隆，河邑眞，佐藤勝久，土居正信，豊田浩史，吉村優治：土の力学，朝倉書店，pp. 146-147，2000