

室内実験に基づく斜面形状が崩壊現象に及ぼす影響の検討

立命館大学院理工学研究科 ○Qin xin

立命館大学理工学部 藤本将光

立命館大学理工学部 里深好文

1. 背景と目的

日本は、急峻な地形が多い地理的特徴があるため、斜面崩壊などの土砂災害に多く遭遇してきた。特に近年は集中豪雨が増加する傾向にあり、斜面崩壊などの土砂災害について、減災だけではなく、事前の防災事業も急務な課題となっている。そのため、斜面崩壊の発生メカニズムを解明する必要があり、特に降雨中の地盤内の地下水位の変動を把握することが重要であると考えられる。そこで、本研究では、降雨中の地下水位の変動が斜面崩壊の挙動に及ぼす影響を把握することを目的とする。異なる排水条件を設定した室内実験を実施し、地下水位の変化と斜面崩壊のメカニズムの関係を検討した。

2. 実験方法

2.1 実験概要

人工降雨装置を用いて、降雨イベント中の斜面崩壊を再現した。斜面内部に圧力水位計を設置することで、降雨開始後、各点の水位の時間推移変化を計測した。斜面の正面でカメラを設置し、斜面の表面の崩壊面積は斜面全体を目測した。崩壊形態から、崩壊全体を三つのステージに分けた。本研究では、降雨後に斜面に小崩壊が発生する時点をSTAGE1（崩壊発生段階）、崩壊面積が斜面全体の面積の1/2に達した時点をSTAGE2（崩壊進行段階）、STAGE2から斜面崩壊が止まるまでをSTAGE3（全面崩壊段階）として検討を行った（図-1）。

2.2 実験条件

本研究は図-1のような実験装置を用いた。斜面は含水比10%、密度 $1.6\text{g}/\text{m}^3$ の真砂土で作成した。斜面の長さは70.7cm、高さ50cm、奥行き50cm、勾配45°である。平均降雨強度 $120\text{mm}/\text{h}$ の雨を発生させ、豪雨イベントを再現した。斜面内部で斜面の長さに対して、斜面最低部から10cm（図-2内①）、30cm（図-2内②）、50cm（図-2内③）の箇所において、圧力水位計により斜面内部の水位変化を計測した。降雨イベント中の地下水位変化が斜面崩壊に及ぼす影響を検討するため、排水条件の異なるCASE1とCASE2に分けて実験を行った。CASE1は正面に5cmの不透水板をつけ、越流した水を排水させた。CASE2は正面でそのまま排水させた。斜面の排水条件については、両CASEとも底面、側面は非排水とした（図-3）。



図-1 三つのSTAGE (CASE1)

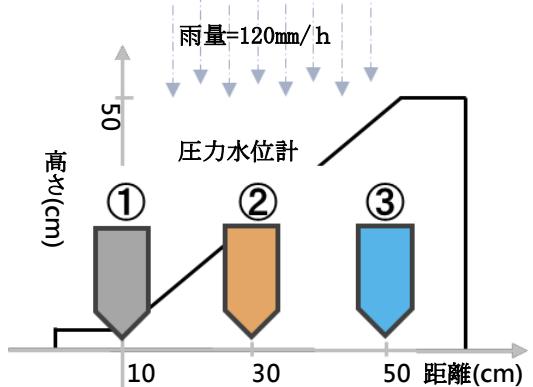


図-2 実験装置 (CASE1)

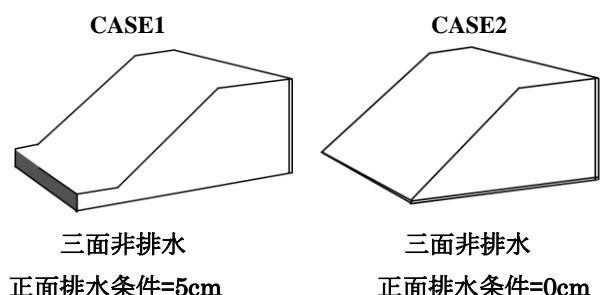


図-3 CASE1 と CASE2の斜面形状

3. 実験結果

図-4と図-5に本実験のCASE別の斜面内部の地下水位の時間変化を示す。

CASE1では、斜面正面に設置したカメラが取られた映像から確認することより、降雨開始後44分で斜面に小崩壊が発生し、降雨開始後61分で崩壊面積は斜面の表面積の1/2を超えた。斜面全体が崩壊に至るまでは104分かかった。また、CASE1においては、法先に位置する水位計①で水位が上がった直後に斜面崩壊が始まったことが確認された。水位計③は一番早く水位上昇が発生したが、水位計②では降雨中に最高水位を確認することができた。また、三つの水位計はほぼ同時刻に最高水位を確認でき、最高水位を計測した後においても、崩壊はまだ継続することを確認した。

一方、CASE2では降雨開始後13分で斜面に小崩壊が発生し、降雨開始後34分で崩壊面積は斜面表面積の1/2に至り、降雨から全体崩壊が至るまでは48分かかった。

4. 考察

降雨開始から斜面全体が崩壊するまでの時間を比べると、CASE1の崩壊時間はCASE2の崩壊時間より二倍以上長く、排水条件の違いが斜面崩壊の進行過程に影響を与えることが示された。

CASE1で設置した固定の板は斜面の排水条件を変えるだけではなく、押え盛土のような効果を発揮し、斜面の底部を支えることで、斜面崩壊発生に対する抵抗力を与えたと考えられる。また、CASE2では、法先から表面浸食を伴う土砂流出によって崩壊が発生し、その後斜面上部へと崩壊が進行した。この際、水位計が進行性崩壊に伴って移動し、正確な水位データを取得できなかつたため、実験装置について改善が必要だと考えられる。

CASE1では法先の押え盛が非排水条件となっていることから、斜面内部で地下水帯が発生し、地下水位が累積降雨量の増加に伴って上昇する傾向を示した。この斜面内部の地下水帯の形成が斜面崩壊の主要因であると考えられる。一方、CASE2では法先に押え盛土がなく、降雨初期の段階で法先部が飽和に至ることで変状が発生し、その後進行性崩壊が引き起こされたと考えられ、斜面内部の地下水帯の形成が直接的な斜面崩壊発生の引き金になつてないと推察された。以上の結果から、本研究では斜面形状と排水条件の違いによって斜面崩壊の発生形態が異なることが示された。

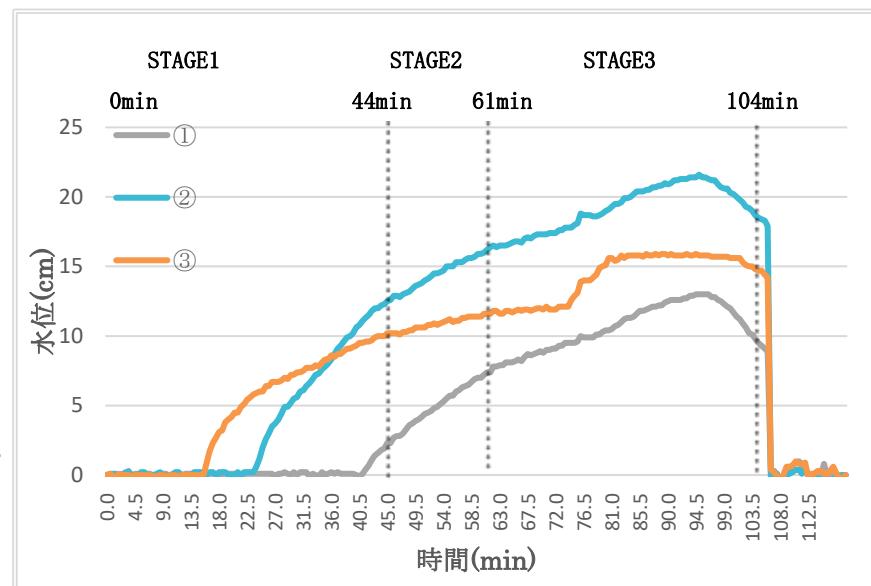


図-4 CASE1の斜面内部水位と時間の関係

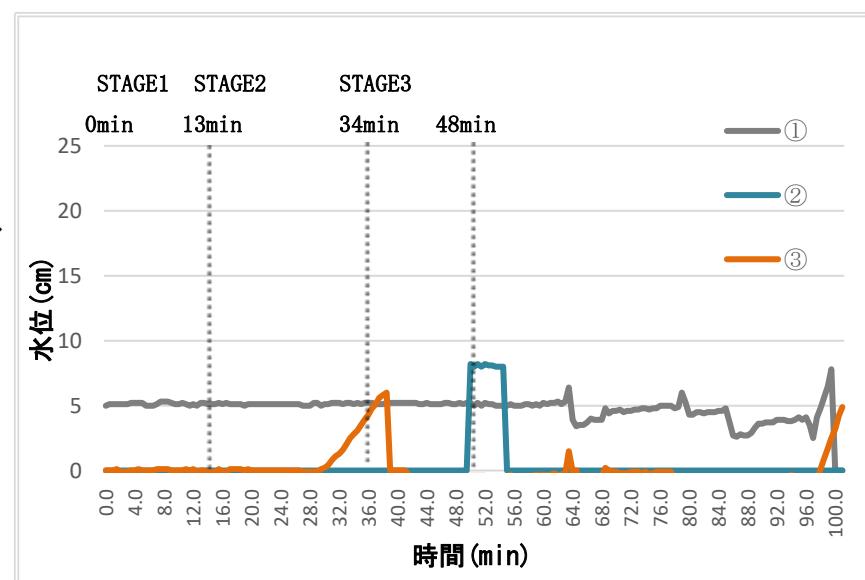


図-5 CASE2の斜面内部水位と時間の関係