

地下水位上昇に伴う斜面の表層崩壊過程について

Landslide Process due to Behavior of Groundwater Level

函館工業高等専門学校
函館工業高等専門学校
函館工業高等専門学校

学生員 ○小玉努 (Tsutomu Kodama)
正会員 宮武誠 (Makoto Miyatake)
非会員 越智弘通 (Hiromichi Ochi)

1. はじめに

近年、異常気象による集中豪雨によって、森林斜面が崩壊し、全国各地で土砂災害が発生している。この豪雨による斜面崩壊を未然に防止するには、崩壊に至るまでの斜面内の水文プロセスを解明することが重要である。

豪雨による斜面崩壊に関する既往の研究は、崩壊時の力学的機構に着目した地盤工学分野での研究¹⁾が主であり、水文学的見地からの研究は数少ない。そのため、斜面の崩壊発生に至るまでの地下水位上昇量や斜面内からの流出量、地表流の発生高といった水文量については、未解明な点が多い。また、ある強度を有する降雨が斜面一様に与えられた場合の斜面内の浸透流と地表流を連成させた数値解析により、斜面崩壊領域を推定した研究²⁾があるが、その予測精度や妥当性は検討されていない。

本研究は、斜面崩壊の起こり易い凹型斜面を用いて、模型実験を行い、斜面内の地下水位上昇に伴う斜面の崩壊過程と斜面内の水文量との関係について考察し、予測法に資する知見を得ることを目的とする。

2. 地下水位上昇に伴う斜面崩壊に関する模型実験

2.1 実験装置及び方法

実験は図-1に示す塩化ビニール製の長さ200cm、高さ103cm、幅20cmを有する凹型斜面水路により行った。この水路は中央部(水路下端より100cmの地点)で斜面勾配を1/4から1/2.3へ変化させ、斜面の形状を凹型とした。凹型斜面水路内には、中央粒径0.1mmの珪砂を用い、斜面層厚20cmの模型斜面を作製した。模型斜面の上端と下端にはそれぞれ水位制御するための越流せきを有する貯水池を設置し、模型斜面との境界には、砂混入防止のためフィルタ材で被覆した。実験は下端水位を

20cm、上端水位を5cmの状態から開始した。上端水位は図-2に示す4種の流入流量によって水位を同図中のように変化させ、斜面内の地下水位を上昇させた。地下水位の測定位置は、図-1中の■印に示すように25cm間隔で7地点とし、マノメータにより水位を測定した。地表変位は水路奥行き方向に3測線を設け、25cm間隔に配置したトレーサをデジタルビデオカメラによって撮影し、60秒間隔で測定した。斜面内から流出する水量は、下端貯水池の越流した流量をメスシリンダーによって測定した。以上の実験により、地下水位と地表変位の関係から上端水位の上昇に伴う斜面崩壊現象について考察する。

2.2 斜面崩壊に至るまでの流出過程

図-3は各ケースによる斜面内から流出した流量の経時変化を示し、毎分当りで表示する。同図内の↓印は各ケースにおける崩壊発生時間である。図-2に示した各ケースにおける上端水位の上昇速度の違いによる斜面内からの流出量の変化は微小である。これより、上流水位の上昇速度に関係なく斜面内から流出する量はほぼ一定の流量で推移することがわかる。また、上端水位の上昇速度が最も速いCase-1では、実験開始840秒後から流出量が急激に増加している。この流出流量の増加する時間は斜面崩壊の発生する時間に一致する。この結果、斜面内からの流出量の急激な増加に伴い斜面が崩壊に至ったことを示している。一方、その他のケースにおいては流出量の増加はなく、斜面崩壊に至っていない。

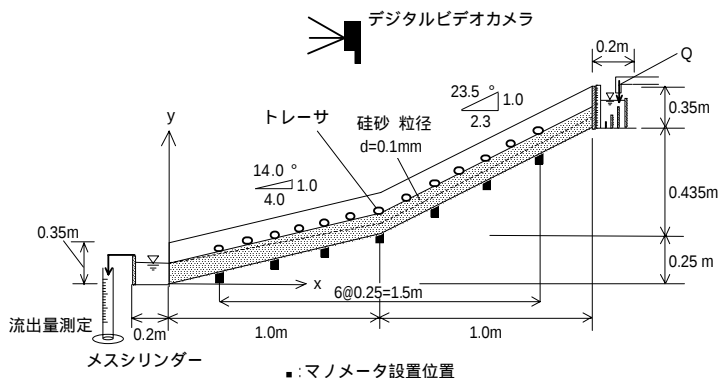


図-1 凹型斜面水路の概要図

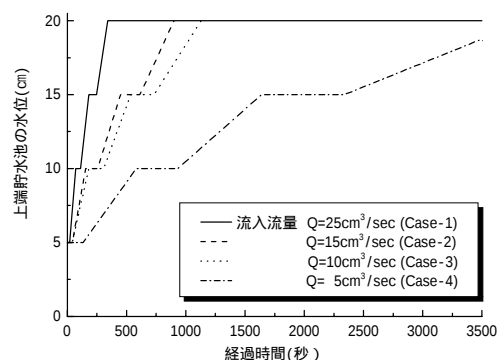


図-2 流入流量と上端貯水池の水位の変化

2. 3 崩壊に至るまでの地下水上昇過程

図-4はCase-1における下流端からの水平距離125cm地点の地下水位と地表変位の経時変化を示す。地表変位量は斜面下端方向を正とし、水路奥行き方向に設けた3測線の平均値として表示している。実験開始直後、地下水位は上端水位の上昇とともに増加している。しかし、実験開始400秒後あたりから地下水はゆっくりと増加し、地表面に達する前に斜面崩壊に至っている。崩壊後においても地下水は地表面には達していない。これは上流水位が満水状態20cmに達すると同時に、斜面下端側からの流出量が増加したことに起因する。この結果、Case-1においては地下水位が地表面に達することなく、斜面が崩壊に至った。

図-5はCase-2の地下水位と地表変位の経時変化を示す。地下水位はCase-1に比して上昇速度が大きくなっている。地下水位は、実験開始1020秒経過後、急激に上昇し、その上昇速度は増大していることが認められる。また、地下水位は斜面崩壊後、地表に達した。地表変位は1020秒経過した時点では生じていないが、その後、120秒後に一気に大きく変位して崩壊に至る。最終変位量は4.7cmまでに達した。これより、Case-2の場合、崩壊寸前時に地下水位が急激に上昇し、地表面近傍の土粒子間の間隙水圧が急激に高まった結果、短時間で一気に崩壊に至ったものと推定される。なお、Case-3においても同様の結果が得られた。

図-6はCase-4の地下水位と地表変位の経時変化を示す。地下水位は上端水位に追従する格好で徐々に上昇する。その上昇速度はCase-2に比べて遅い。地表面は実験開始1560秒後から徐々に変位を開始し、地下水位上昇に伴い変位量も増加する。これより、Case-4の場合は、Case-2とは異なり、緩やかな地下水位の上昇によって長時間にわたり大きく変位する崩壊形式となる。

3. 結 論

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 上端水位の上昇速度の変化が斜面内からの流出量に及ぼす影響は小さい。
- (2) 上端水位の上昇速度が速い場合、地下水位が地表面に達していなくても流出量の急激な増加によって崩壊が起こる。
- (3) 上端水位の上昇速度が遅い場合、急激な地下水の上昇によって崩壊が発生し、短時間で崩壊が起こる場合と、緩やかな地下水の上昇とともに長時間にわたって崩壊する場合がある。

今後、降雨による斜面崩壊実験を行い、降雨強度や降雨継続時間の違いが斜面崩壊形式に及ぼす影響を把握する所存である。

参考文献

- 1) 室山拓生・加藤俊二・小橋秀俊：降雨浸透による砂質土斜面の表層崩壊に関する模型実験，第39回地盤工学研究発表会論文集，pp2123-2124, 2004.
- 2) 宮武誠・三船修司：豪雨による斜面崩壊に及ぼす地下水流動特性，水工学論文集，第49巻，pp55-60, 2005.

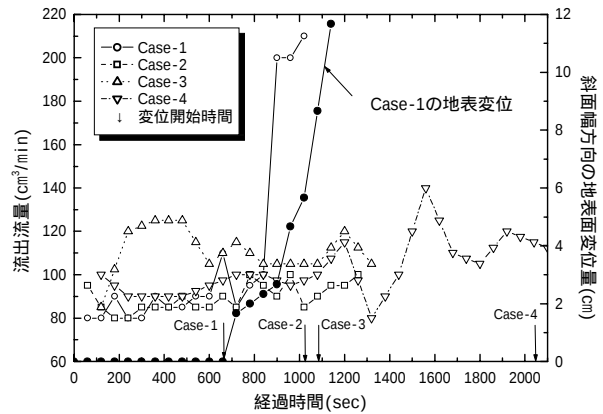


図-3 流入流量による流出流量の変化

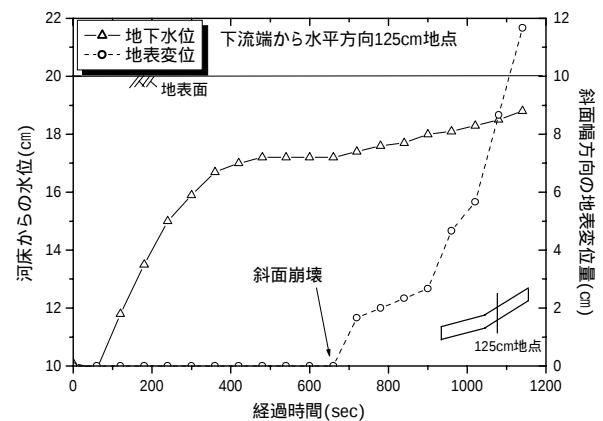


図-4 地下水位変化と地表変位の変化(Case-1)

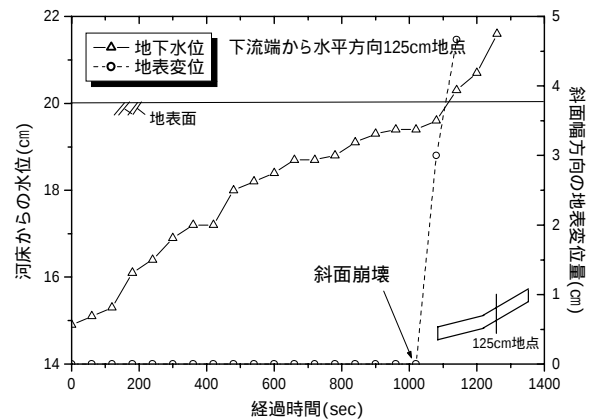


図-5 地下水位変化と地表変位の変化(Case-2)

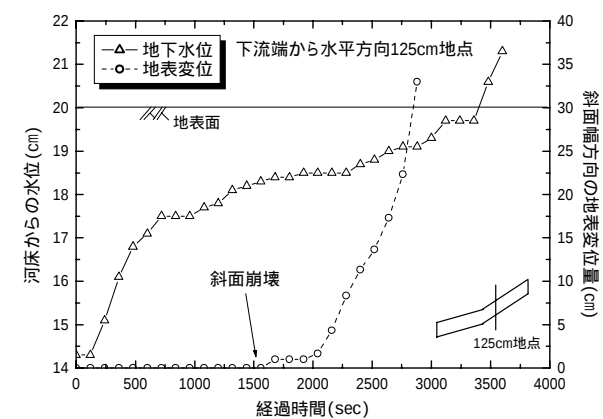


図-6 地下水位変化と地表変位の変化(Case-4)