

豪雨による砂層斜面の崩壊に及ぼす地下水位の特性

北海道大学大学院 学生員 ○小玉 努
函館工業高等専門学校 正会員 宮武 誠

1. はじめに

近年，地球温暖化に伴う集中豪雨の頻度が増加し，森林斜面の崩壊が全国各地で多発している．この集中豪雨による斜面崩壊に関する研究は，過去に数多く行われている．例えば，前田ら¹⁾は，崩壊時における斜面内の力学的特性を地盤工学的知見から考察している．また，中井ら²⁾は，雨量指標に着目した流域斜面の崩壊予測法について提案している．しかし，豪雨による斜面崩壊において重要であると思われる斜面内部の水文量が，崩壊に至る過程でどのように関与しているかは解明されていない．

そこで，本研究は，珪砂で構成した凹型斜面に降雨を作用させた斜面崩壊実験を行い，斜面内の地下水位や流出量などの水文量と地盤変位の関係を調査し，斜面崩壊に至る基礎的な水文過程を明らかにする．

2. 降雨による砂層斜面の崩壊実験

実験に用いる斜面崩壊実験装置を図-1に示す．模型斜面水路には，上下端に貯水池が設置され，その鉛直上方には降雨発生装置が取り付けられている．模型斜面水路の形状は，下流側斜面に浸透した雨水が貯留されやすい凹型斜面とした．

実験は表-1に示す降雨強度及び上・下端の貯水池水位を変化させた4種のケースについて行った．実験

は，上・下端水位を同表中のように維持した状態で1日放置した後に開始した．流出量は下流端貯水池内の越流堰から流出した流量として測定した．地下水位は，図-1中に示す①～⑦の位置でマノメータによって測定した．表層の地盤変位は，斜面方向に50cm間隔で設置した着色砂によって生じる深さ5cm地点での変位量として測定した．

3. 斜面崩壊に及ぼす水文特性

実験の結果，降雨強度や上・下端の貯水池水位を変化させたことによる斜面崩壊位置には違いがみられず，すべてのケースにおいて斜面下端から150cm地点の上流側斜面で崩壊した．

図-2は，崩壊が発生した150cm地点における地下水位の経時変化を示している．地下水位はケースによって上昇速度が異なるが，300秒(図中の点線)までに急激に上昇し，その後，上昇を停止し，定常状態となっている．定常後の地下水位は，降雨強度によらず，ほぼ一定で推移している．

図-3は，各ケースにおける流出量の経時変化を示している．地下水位が一定となる300秒(図中の点線)に着目すると，流出量も同様にほぼ定常状態になることがわかる．しかし，ケースによらずほぼ一定となった地下水位に対し，流出量は各ケースで差異が認められる．降雨強度が倍になると，流出量も2倍となっており，両者の間には比例関係があると考えられる．以上の結果，降雨強度の消長は，地下水位の上昇よりも流出量に対し支配的であると推定される．なお，下端側の貯水池水位を変化させたことによる流出量の変化

表-1 実験条件

Case No.	上流端水位 cm	下流端水位 cm	降雨強度 mm/hr
1	5.0	20.0	50.0
2	5.0	20.0	100.0
3	5.0	5.0	50.0
4	5.0	5.0	100.0

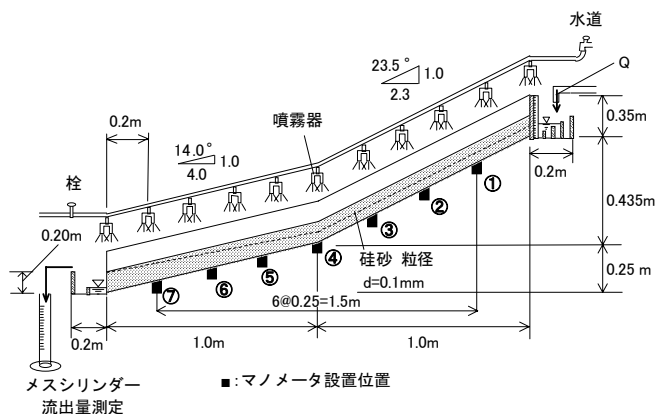


図-1 斜面崩壊実験装置概要

キーワード：斜面崩壊，集中豪雨，地下水位，流出流量

連絡先：〒042-0953 北海道函館市戸倉町14-1 函館工業高等専門学校 TEL, FAX: 0138-59-6484

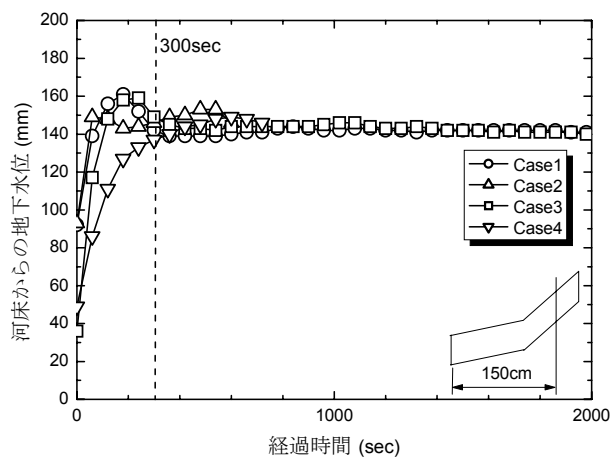


図 - 2 地下水位の経時変化

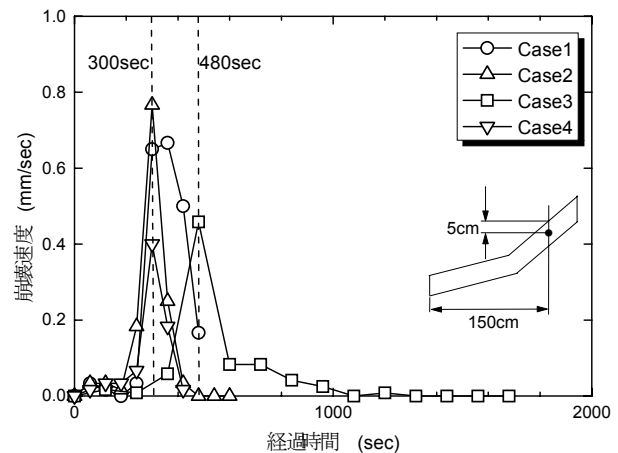


図 - 4 斜面崩壊速度の経時変化

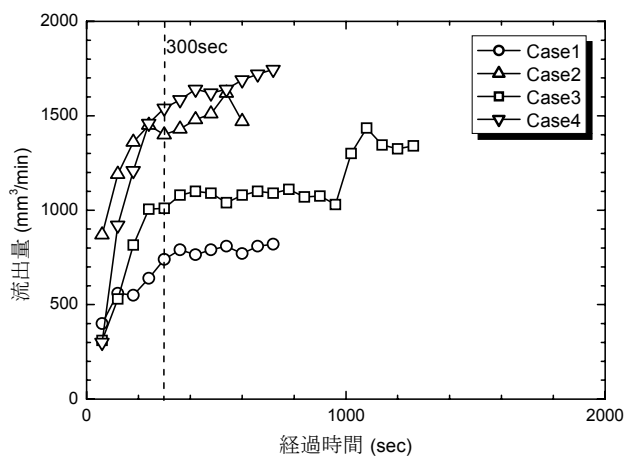


図 - 3 流出量の経時変化

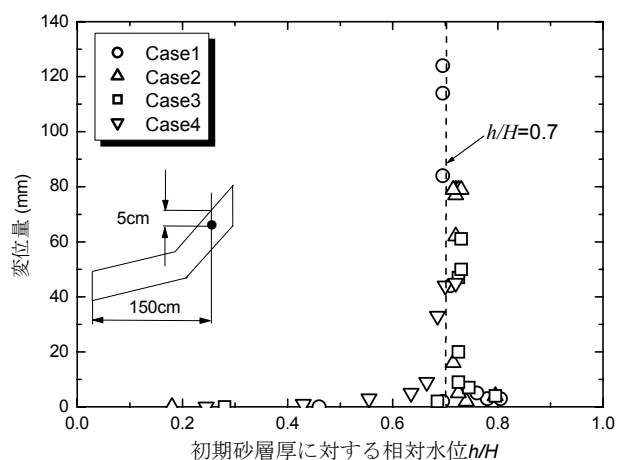


図 - 5 地下水位と表層変位量の関係

は降雨強度によるものよりも小さい。

図 - 4 は、各ケースにおける斜面下端から 150cm 地点における崩壊速度の経時変化を示している。ここで、崩壊速度とは、単位時間あたりの表層での地盤変位量を示す。各ケースにおいて崩壊速度にはピークが存在し、ピークが生起する時間は、降雨強度によらず 300 秒～480 秒の範囲で起きている。この結果、50mm/hr 以上の豪雨においては、崩壊が発生する時間は、降雨強度よりも地下水位に対して支配的であると考えられる。

図 - 5 は、表層地盤の変位量と図 - 2 で示した地下水位(h)の関係を示す。地下水位は、初期砂層厚(H)に対する相対水位(h/H)として表示する。相対水位(h/H)が 0.7 付近である時に、変位量が急増している。以上より、50mm/hr 以上の豪雨が作用した斜面の崩壊は、降雨強度によらず、地下水位が定常に達し、砂層厚の 7 割になる時、生じることがわかる。

4. 結論

本研究では、50mm/hr 以上の豪雨において、降雨強度によらず、地下水位が一定の水位に達し、砂層厚の 7 割になった地点で、崩壊が発生することを明らかにした。今後は、これらを再現できる数値シミュレーションモデルを構築すると同時に、実斜面へ適用し、モデルの妥当性及び精度の向上に関する検討を行う所存である。

参考文献

- 1) 前田賢悟, 下間英, 本多剛, Orense Rolando, 東畑郁夫: 降雨による斜面崩壊の予測に関する浸透模型実験, 第 37 回地盤工学研究発表会論文集, pp.2167-2168, 2002.
- 2) 中井真司, 佐々木康, 海堀正博, 森脇武夫: 危険雨量の求め方とその斜面防災への活用, 地域防災ネットワークシンポジウム 2004 講演論文報告集, pp.97-106, 2004.