

降雨による斜面内地下水位の形成と崩壊形状

広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 佐々木 康
 同上 学生会員 THI HA
 国土交通省中国地方整備局 正会員 ○山本真由美

1. はじめに

広島県では斜面地での宅地開発が行なわれており、斜面近傍に住宅地が増加していることから、斜面崩壊が地域社会へ及ぼす影響の拡大が予測される。平成11年6月29日の広島県豪雨災害では、梅雨前線豪雨によって、1,616箇所斜面崩壊が発生し32名の人的被害をもたらした。そこで本研究では室内模型実験を行い、地下水位形成状況、崩壊までの斜面の表面変位及び崩壊形状を明らかにすることを目的とする。

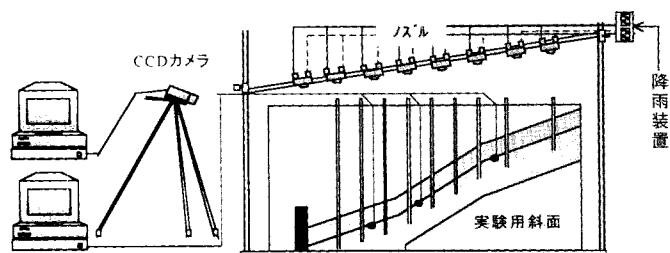


図1 実験装置

2. 実験方法

実験には図1に示すような装置を用いた。模型材料には標準砂を用い、不透水層には油粘土を用いた。斜面形成後にノズルから雨を降らせ、斜面下部に設置したピエゾメータ及び間隙水圧計により地下水位を測定した。また、斜面表面にはピンを設置し CCD カメラにより表面変位を観察した。ピエゾメータ、間隙水圧計及びピンの配置図は図2に示す。実験は、層厚、含水比、間隙比、降雨強度を変化させながら行った。実験条件を表1に示す。シリーズごとに層厚を3、5、7cmに変化させ、シリーズS5では、崩壊形状を明らかにするために斜面内に色砂を挿入した。

表1 実験条件

シリーズ	含水比 (%)	間隙比	降雨強度 (mm/h)
S1	20	0.8	60
S2	12	0.8	60
S3	12	0.6	60
S4	12	0.8	30
S5	12	0.8	40

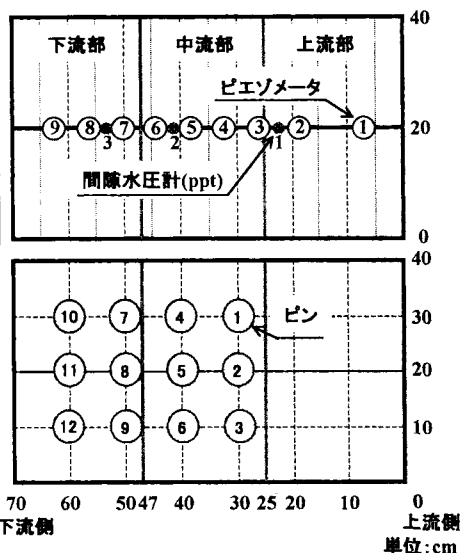


図2 ピエゾメータ、間隙水圧計及びピンの配置

3. 実験結果及び考察

(1) 先行雨量による影響

シリーズS1は初期含水比20%であり、先行雨量がある場合を示している。図3に層厚7cmにおけるS1-3及びS2-1の地下水位の経時変化を示している。凡例の数字はピエゾメータの番号である。S1-3の下流側の水位は、降雨開始前に層厚の約80%まで上昇しているが、降雨開始後の水位の上昇は小さく、最初の亀裂は降雨開始から2分で発生している。一方、先行雨量がないS2-1では降雨開始2分後はまだ水位は形成されておらず、亀裂は発生していない。これは、先行雨量がなければ、その時点では亀裂が発生しない斜面でも、先行雨量があると亀裂が発生することを示す。

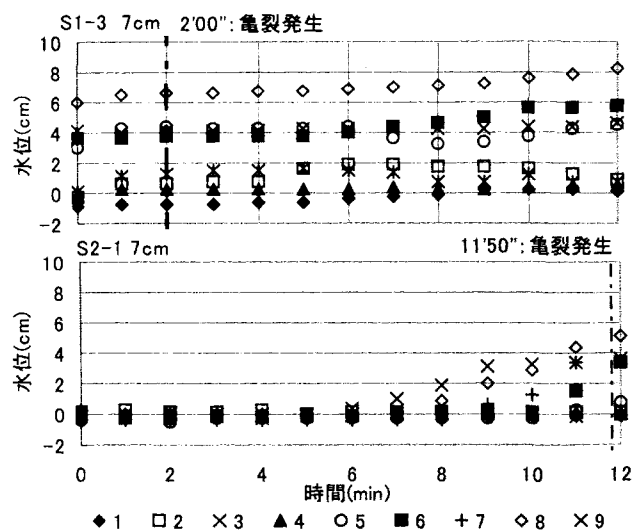


図3 水位上昇過程

(2)変位発生時の hw/H について

図4に水位及び変位の経時変化を示す。図中の太線は亀裂発生時刻を示す。変位発生時刻は亀裂発生時刻より早いことがわかる。そこで、変位発生時の

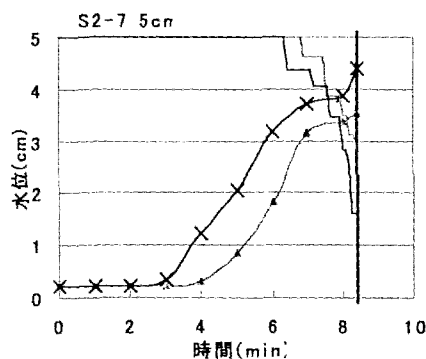
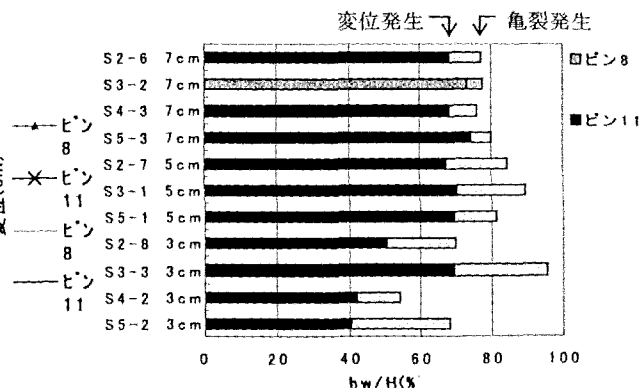


図4 水位及び変位の経時変化

図5 変位発生時及び亀裂発生時の hw/H

hw/H を実験別に示したグラフを図5に示す。最初に変位が始まるのは、斜面内で最も水位が高い場所にあるピンであり、S3-2を除いて、一番下流側のピン⑪である。層厚7cm及び5cmの場合、 hw/H が60～80%、層厚3cmの場合40～60%で変位が発生している。また、変位発生から層厚7cmでは hw/H が5～10%、層厚5cmでは10～20%、層厚3cmでは20～30%上昇すると亀裂が発生している。層厚3cmの場合は、S4-2以外は中流部で亀裂が発生している。

(3)崩壊形状について

図6にシリーズS5における実験終了後の色砂の状態を示す。点線は、降雨開始前の斜面形状である。図中の矢印は亀裂発生位置を示す。降雨開始前と崩壊後の色砂の形状を比較すると、中流部の色砂は基盤面まですべて降雨開始前の位置から移動している。下流部では、基盤面(粘土層)から約2cmの位置までは色砂が残っており、そこから斜面表面までの色砂が移動している。これは、斜面勾配及び亀裂発生位置によってすべり面の深さが変化するためであると考えられる。またこの図により、すべり面は円弧状であることが確認できる。

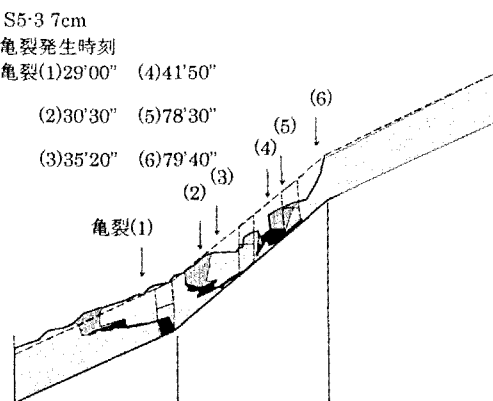


図6 崩壊形状

(4)安定計算

実験結果で得られた崩壊形状よりすべり面を想定し、安定計算を行った。水位は実測値を用い、層厚は降雨開始前の層厚を用いている。また、計算には修正簡便法を用いた。計算結果を図7に示す。どちらも安全率は1に近い値となった。これより色砂から得られたすべり面と降雨開始前の層厚を用いた安定計算の結果はほぼ等しかったといえる。

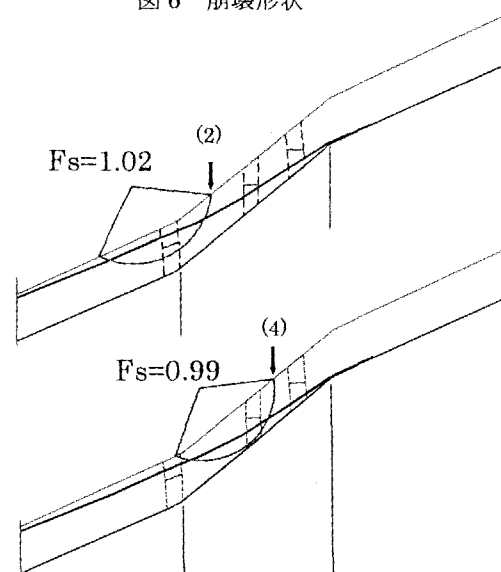


図7 安定計算結果

4. 結論

- 1)降雨による斜面の不安定化に先行雨量が及ぼす影響を明らかにした。
- 2)表面変位開始時の hw/H は、層厚7cm及び5cmの場合60～80%、層厚3cmの場合40～60%である。
- 3)さらに hw/H が層厚7cmでは5～10%、層厚5cmでは10～20%、層厚3cmでは20～30%上昇し、亀裂が発生する。
- 4)色砂を使用した実験結果からすべり面形状を捉えることができた。
- 5)このすべり面と模型実験の勾配、土の強度、水位を用いた安定解析結果は $Fs \approx 1$ となった。