

降雨時の斜面崩壊における変形挙動に関する実験的検討

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

日本は急峻な地形かつ雨が多いため、斜面崩壊などの土砂災害が多発している。避難体制の強化や人命を守る効果的な施設整備を検討するため、斜面崩壊の発生箇所や発生時刻を高精度に予測する技術の確立が急務となっている。本研究では斜面内部変位の経時変化、斜面崩壊時の地下水位に対する検討、斜面崩壊発生時期の予知の可能性について検討した。

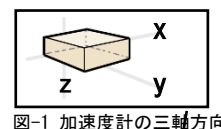


図-1 加速度計の三軸方向

2. 室内実験

実験装置は降雨装置、斜面モデル、および斜面モデル内部に設置される計測機器装置から構成される。モデル斜面に対して上方面から人工降雨装置を用いて降雨させ、降雨イベント中に発生する斜面崩壊を再現した。AとBの方向から(図-1)からビデオカメラにより崩壊形態を記録し、図-1内①～⑥各点で設置した加速度センサーより1/24秒単位で、表面から地下3cmと10cmどころで加速度変化の記録を行った。従来多くの研究が行われてきているが本研究用いた加速度計は三軸で加速度計測しており、斜面内部の変動を計測する目的及び雨により振動ノイズの影響を抑えるため地中で設置した。実験は、モデル斜面の内部に透水性が低い岩盤層の有無と密度の異なる6ケースで実験を行った。また、CASE4～CASE6は、表面層の下で平行に同土試料で比較的密度が高い土台層と緩い土台層の二段構造にした。なお、土台層の密度は 1.8 g/m^3 とした(表-1)。モデル斜面の土は乾燥密度 1.68 g/m^3 の真砂土を使用した。

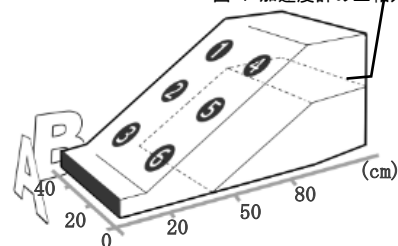


図-2 斜面モデルと計測装置

表-1 実験条件

降雨強度	材料	勾配	排水高さ
50mm/h	真砂土	30°	10cm

表-2 実験ケース

岩盤層	密度(kg/m ³)		
	無し	CASE1 1.2	CASE2 1.4
有り	CASE4 1.2	CASE5 1.4	CASE6 1.6

3. 実験結果

実験から同じ傾向な結果が得られたため、代表としてCASE2($\rho=1.4 \text{ g/m}^3$)とCASE5($\rho=1.4 \text{ g/m}^3$ 、土台層有り)の実験結果を載せる。図3～4はCASE2とCASE5の実験結果を示す。上は斜面表面から3cm、下は5cm所で設置した加速度センサーより記録された変位の変化結果。

CASE2において、初期崩壊は降雨開始後76分時点前後で、②の付近で発生し、ひび割れ所から周辺に伝達する進行性崩壊であり、小崩壊所の崩れることより崩壊範囲は斜面上部へ移行した。CASE2において(図-3)、降雨開始15分から各加速度センサーが変位の変化は降雨直後から計測され、時間経過に伴う大きくなる傾向が見られている。その一方、斜面内部の変位変化は表面より顕著ではない。

CASE5において、初期崩壊は降雨開始後76分時点前後で、⑤でひび割れが発生し、土ブロックが滑り落ちた。表面層が同じ密度のCASE2とCASE5の崩壊時間はほぼ一致と観測されたが、CASE5の方は崩壊が全体に及ぼす時間が短いのでより危険であることがわかる。図-4により、CASE5において地中微小変位は降雨直後から観測され、変化の勾配は一時的に緩くなるが崩壊の数分前から再び比較的顕著な変動を示した。

4. 結論

本研究における計6ケースのうち、各加速度計は位置している場所が崩壊していた三軸加速度の変化の計測結果は映像結果と一致した。降雨が発生に伴って変位の生成が観測され、表面層のみならず、モデル斜面の内部での変位も崩壊の初兆を評価された。また、真砂土の性質として浸透と降雨強度に対して敏感であり、土台層ありかつ密度が低い土層で変位が比較的顕著な変動をデータで示すことができた。崩壊現象について、小崩壊に続いて逐次に全体まで及ぼす現象が多く観測された。このような崩壊は初期ひび割れが進行し、斜面全体まで伝達するのは一気ではないため、斜面各所において崩壊が伝わるまでは時間差がそれぞれであった。地中のひずみや変動の伝達範囲も同様と考えられる。すなわち、計測センサーの設置場所の選定はデータの有効性と直接している。計測された三軸加速度は水平でありX軸とY軸の変化がZ軸より顕著であり、斜面内部の変動は平行で移動より回転されている可能性があると考えられる。今後の研究において角加速度の計測が必要と考えられている。以上の結論より、また多くの課題に対して取り上げることが必要であるが、内部変位の測定することにより崩壊現象の予知の可能性は高いことが明らかである。

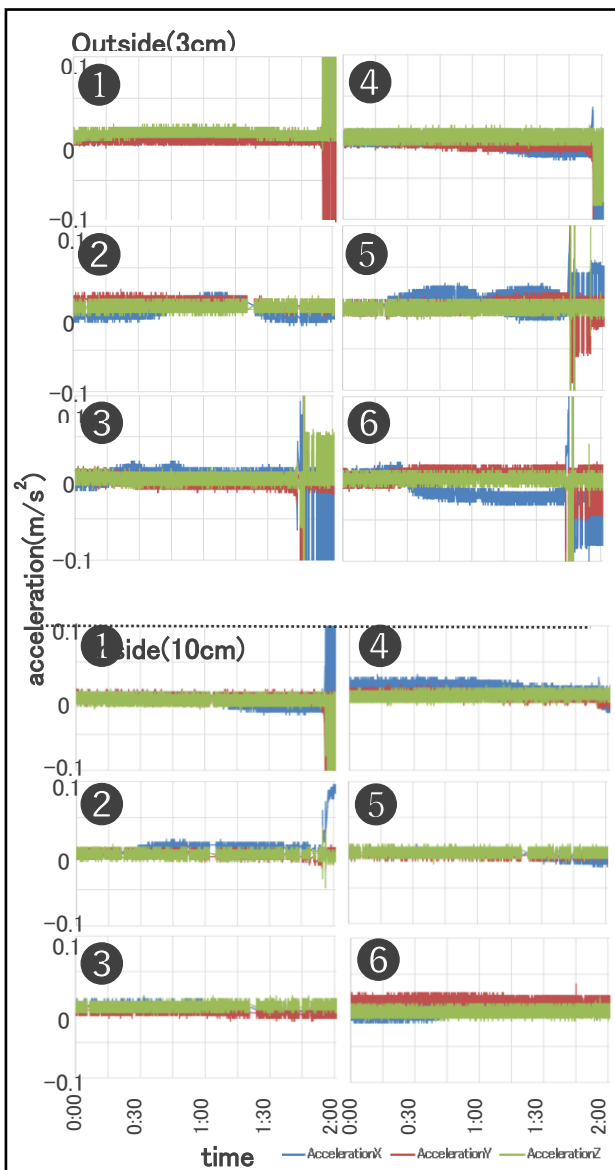


図- 3 CASE2における加速度センサーの計測結果

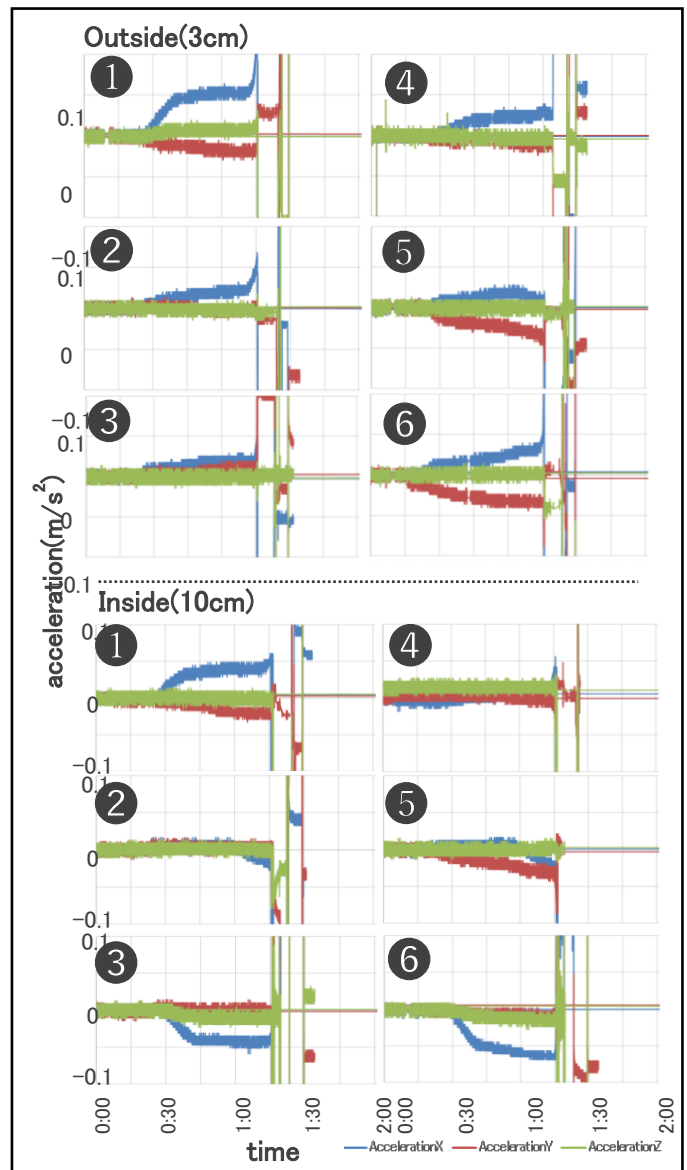


図- 4 CASE5における加速度センサーの計測結果