

斜面模型実験を用いた地震及び降雨による流動性崩壊の発生要因に関する研究

汪 発武・佐々恭二

1. はじめに

地震及び降雨による斜面崩壊が世界各地で発生している。その中に、流動性崩壊の危険性が特に高いと認識されている。誘因としての地震と豪雨は流動性斜面崩壊に対して、どのような影響を与えているのかを解明するために、本研究は室内模型斜面装置を用いて、二つのシリーズ（降雨実験及び振動実験）の実験を行い、異なる誘因における流動性斜面崩壊の発生要因について検討を行った。模型実験において、断面 40cm×40cm、長さ 2.5m の水路を用いた。土試料として使用した珪砂は均一な石英砂である。異なる粒径の珪砂 7号(SS7)、8号(SS8)及び9号(SS9)を質量比で混合し、透水性の異なる模型斜面を形成した。

2. 斜面模型実験の概要

降雨実験において、水路が水平状態に置いたまま、土試料の組成と密度を変えて、所定形状の斜面を形成し、約 100mm の時間降雨強度で斜面を飽和させた。その後、斜面角度を 30 度まで上げ、降雨を続け、斜面崩壊の様式を観察すると共に、底面におけるせん断力、間隙水圧、斜面中心部の変位などのパラメータを計測した。また、降雨時の流動性崩壊の最も重要なパラメータである斜面の含水比を測定し、臨界含水比について検討を行った。

振動実験において、土試料の含水状態を不飽和から飽和まで変えて、傾斜角度を 20 度に設置した水路に所定形状の模型斜面を形成した。ピーク加速度約 600gal、周波数 3Hz の正弦波を 10 秒間載荷した。そして、振動中の斜面の変動を観察し、振動後斜面土砂の堆積範囲を測定した。また、振動の周波数による影響を調べるために、同種の土試料を用いて、周波数を 9Hz、20Hz に変えた実験も行った。

3. 模型斜面実験の結果

斜面崩壊の様式から見ると、流動性斜面崩壊の要因に関して、以下の結果が得られた。

(a) 降雨による流動性崩壊では

- (1) 用いた各種の土試料で作成した全ての模型斜面において、流動性崩壊

が発生した；

- (2) 同種の土試料を用いた場合、ルーズな斜面ほど、破壊するまでの所要降雨時間が短く、運動のピーク速度が高く、崩壊土塊ブロックの規模が大きかった；
- (3) 同様な降雨強度の下で、細粒部の多い土試料でできた斜面ほど、崩壊土塊ブロックの規模が小さかった；
- (4) 破壊時すべり面の含水比（臨界含水比）は細粒部の多い土試料でできた斜面ほど低くなっていた。

(b) 振動による流動性崩壊では

- (1) 同一な振動周波数に対して、ある臨界透水係数を越えると、流動化を示す長距離運動が発生した（図 1）。いわゆる、流動性崩壊は細粒部を多く含めた飽和斜面のみで発生した；
- (2) 振動周波数が小さい時での土砂流動距離が大きい。

4. 考察

両シリーズの結果の違いから見ると、完全飽和されていることが流動性崩壊の基本条件と認識できた。また、降雨実験では、水の供給することによって、透水係数の高い斜面でも流動性崩壊が発生したが、振動実験では、間隙水圧の消散しにくい斜面での流動化現象が顕著である。いわゆる、降雨及び振動による流動性崩壊発生要因の違いは運動中間隙水圧の消散速度と地下水の供給条件によるものと考えられる。

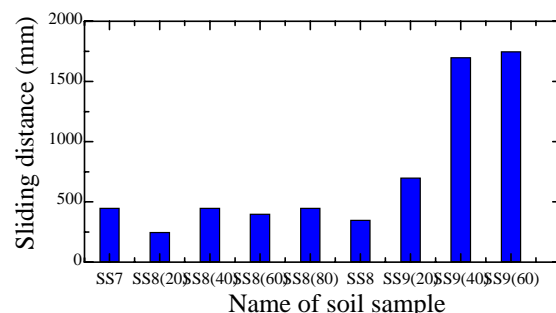


図 1 振動実験における模型斜面先端運動距離と土試料組成の関係