

## 先行降雨が盛土斜面の耐震性に及ぼす影響に関する実験的考察

立命館大学理工学研究科 ○角 宏一  
立命館大学総合科学技術研究機構 平岡 伸隆

立命館大学理工学部 藤本 将光  
立命館大学理工学部 深川 良一

### 1. 背景・目的

地震による土砂災害の規模は、地震動の特性と先行降雨による斜面内残存水分量が関係していることが指摘されている。しかし、先行降雨による盛土の耐震性の低下について進められている研究は少ない。そこで、本研究は土壌水分量の差異が斜面の耐震性に及ぼす影響に関して室内実験を用いて把握することを目的とした。本研究では、降雨後から加振を行うまでの経過時間を異なる条件で設定することで土壌水分量の差異を作り出し、異なる先行降雨条件下での地震による斜面崩壊の形態、規模の違いを把握した。

### 2. 実験概要

実験では、高さ 40cm、横 65.6cm、幅 60cm のモデル斜面を作製し、人工降雨装置（大起理化工業製、DIK-6000S）を用いて降雨を与えた後に振動試験装置（振研製、G-9210）を用いて加振を行った。斜面の背面・側面・底面は非排水条件である。また、実験で入力する加速度の周波数は、日本で実際に発生してきた地震を参考に 5Hz と設定した。加振する時間は 20 秒間である。斜面の土層には滋賀県信楽産真砂土を用いた。用いた真砂土は、 $D_r = 70\%$ 、初期含水比  $w = 10\%$ 、設定乾燥密度  $\rho_d = 1.60\text{g/cm}^3$ 、設定湿潤密度  $\rho_s = 1.76\text{g/cm}^3$ 、間隙比  $e = 0.631$ 、透水係数  $k_{15} = 2.09 \times 10^{-5}\text{m/s}$  である。モデル斜面内には土壌水分量を計測するために土壌水分センサ（S-SMx-M005）を全部で 10 個設置した。斜面部の振動を計測するために小型低容量加速度計（ARF-A）を計 8 個設置した。モデル斜面に与える加速度を計測するため、8 個のうち 2 個は振動試験装置に直接設置した。斜面部の変位を計測するため、アンプー体型・超小型 CCD レーザー変位センサ（ILD1300-200）を全部で 6 個設置した。

加振前の先行降雨として、時間雨量、降雨継続時間、加振までの経過時間を表-1 に示す。

表-1 実験条件

|     | 時間雨量    | 降雨継続時間 | 加振までの経過時間  |
|-----|---------|--------|------------|
| 実験① | 30mm/hr | 1hour  | 降雨後 1 日経過  |
| 実験② |         |        | 降雨後 1 時間経過 |
| 実験③ |         |        | 降雨直後       |

### 3. 実験結果

実験①の降雨開始から加振までの 25 時間の土壌水分計の計測結果を図-1 に示す。下層の中で法肩部から一番近い位置に設置した A は体積含水率の減少幅が大きく、法肩部から一番遠い位置に設置した D は体積含水率の値が増加した後 1 日経過しても大きく値が減少しなかった。また、中層では法肩部から一番遠い位置に設置した H が他の土壌水分計に比べ値が大きく増加しなかった。上層では法肩部から土壌水分計の設置位置までの距離に関係なく同程度の値の変化を示した。下層では斜面内部に設置した D は体積含水率の増加が 8.24% であり、一番大きかった。実験①～実験③の加振前の体積含水率の分布図を図-2 に示す。実験①と実験②の斜面の体積含水率を比較すると、実験②の法尻部の体積含水率が少し高い値を示しているが、他の部分に差はほとんど見られなかった。実験③は実験①、実験②と比較して体積含水率が全体的に高い値を示した。

加振後の斜面の形状を図-3 に示す。体積含水率の分布にほとんど差が見られなかった実験①、実験②では最初に法肩部が崩壊し、続いて法面全体が崩壊する結果となった。また、振動後の斜面ではすべり崩壊が起き、すべり面を確認することができた。実験①、実験②のすべり面の位置を図-4 に示す。降雨直後で体積含水率が比較的に高い状態で加振した実験③では実験①、実験②のような部分的な崩壊は起こらず、斜面全体が振動しながら崩壊した。崩壊土砂の到達距離について比較すると、実験①では

32.8cm, 実験②では 42.4cm, 実験③では 46.9cm であった。斜面の天盤部の崩壊については, 実験③が実験①, 実験②と比較して沈下に至るまでの所要時間が短く沈下量も多かった。

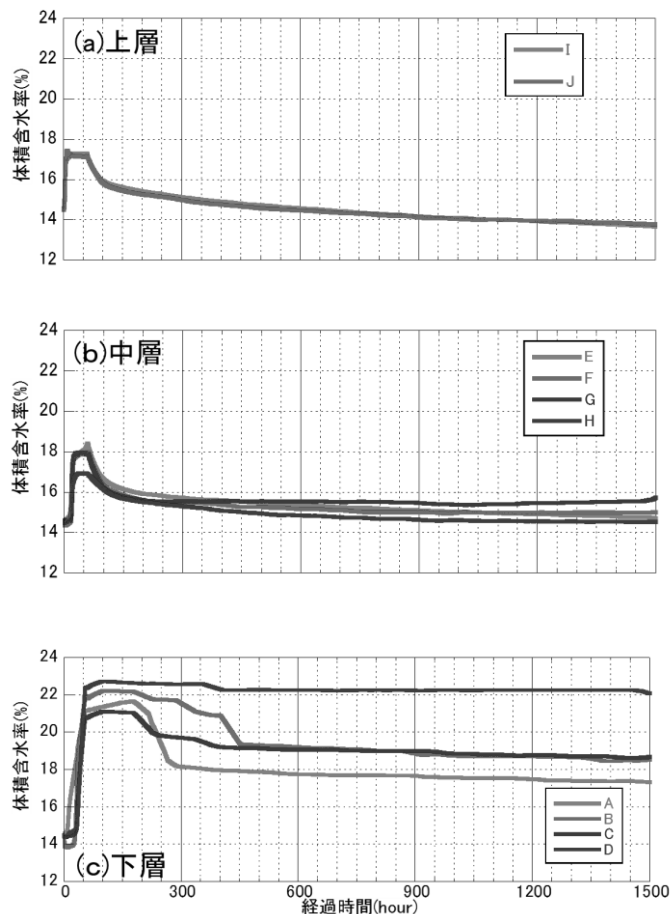


図-1 土壌水分計の計測結果(実験①)

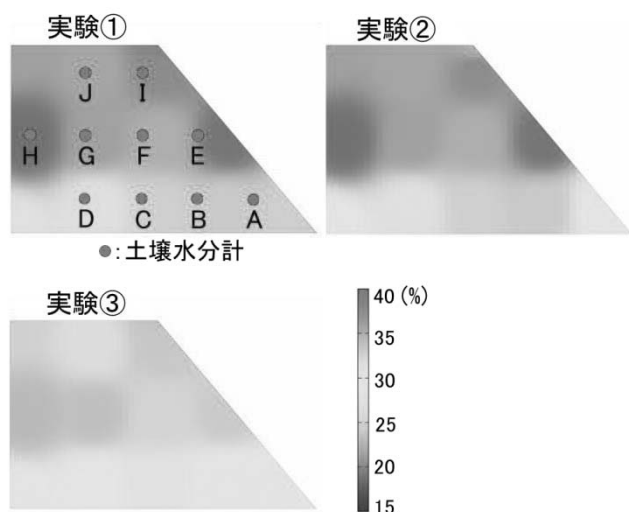


図-2 加振前の斜面内の体積含水率分布図

#### 4. 結論と今後の課題

実験①～実験③の崩壊土砂の到達距離や天端部の沈下量の結果から, 土壌水分量の差異が崩壊規模に大きく影響することが分かった。また, 斜面内の体積含水率が高い状態であると斜面全体が振動しながら崩壊することが分かった。しかし, 本研究では降雨強度を一定にして実験を行っているため, 降雨強度の違いと斜面崩壊との関係性について調べることはできていない。田邊ら(2014)<sup>1)</sup>は, 先行降雨が及ぼす地震による斜面崩壊への影響について明らかにするため, 振動台模型実験による模型実験を降雨条件を変えて行った。実験結果から, 降雨強度が強くなるほどすべり面の位置はより深くなり, 斜面表層の水分分布が均等なほど大規模な崩壊をもたらすと述べている。今後は, 降雨強度の違いが及ぼす斜面崩壊の影響について把握する予定である。

#### <参考文献>

- 1) 田邊友章, 平岡伸隆, 角宏一, 藤本将光, 深川良一: 先行降雨を考慮した地震による斜面安定性に関する実験的考察, Kansai Geo-Symposium 2014 論文集, pp.149-152, 2014.

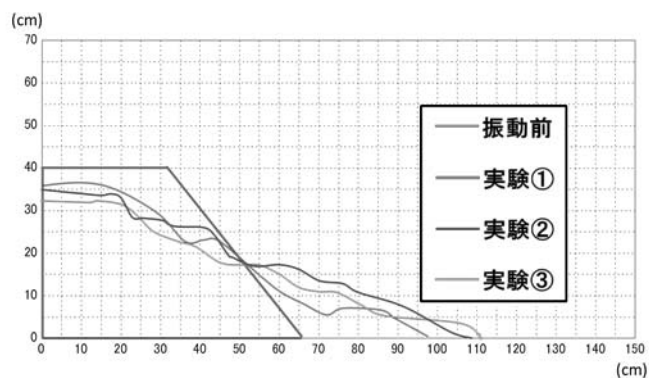


図-3 実験①～実験③における加振後の斜面の形状

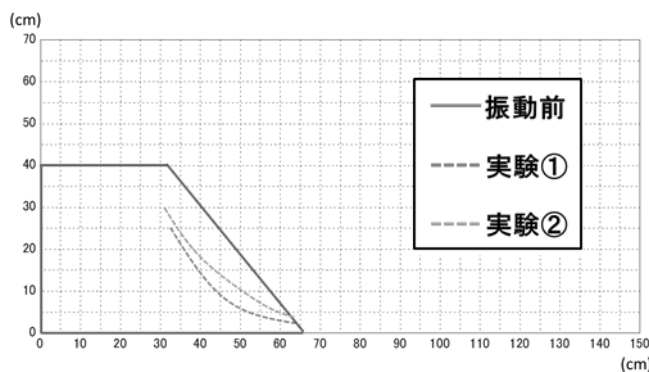


図-4 実験①, 実験②におけるすべり面の位置