

## 傾斜計による大型盛土斜面長期計測とその早期崩壊予測への適用性の検討

(独) 防災科学技術研究所 ○酒井直樹

(独) 防災科学技術研究所 石澤友浩

(独) 防災科学技術研究所 福園輝旗

## 1. はじめに

豪雨時に特定斜面の表層崩壊発生を予測する場合、斜面モニタリングは有効な手法である。長期にわたるモニタリングでは、外的な擾乱を受けずメンテナンスフリーで斜面内部の情報を取得できるセンサーを用いることが望ましい。それに対し防災科研では一般的な傾斜計を用いた崩壊予測技術の実用化研究<sup>1)</sup>を行っている。そこで本研究では、その予測技術の検証として、防災科研施設屋外に高さ7.5mのピラミッド型の大型盛土を築造し、長期斜面モニタリングを行った。計測項目は伸縮計、傾斜計、土壌水分計、地下水位計であり、自然降雨下においてリアルタイム観測を1ヶ月にわたって行った。その期間において降雨による表層崩壊が発生したので、その事例に対して傾斜計を用いた崩壊予測の可能性について検討する。

## 2. 実験模型と崩壊実験の概要

大型盛土は底辺1辺が26.5m、斜面傾斜35°のピラミッド型である。材料は施設内で過去に用いられた各種土を使用し、重機を用いて土材料を締め固めながら行った。特に密度調整等は行っていない。その盛土の1平面に、幅3m、深さ1mの範囲を掘削(図1参照)し、まさ土を用いて密度を管理しながら試験斜面の築造を行った。斜面底部は排水層として砂利を引き詰めた層を設置し、そこから数十mほど離れた排水溝まで暗渠を敷設した。降雨時にそこから排水が行われているのを確認している。斜面部は、傾斜35°、斜面長12.3mであり、斜面基盤部をなす盛土には粗度を大きくするような細工はしていない。まさ土と盛土との境界は短期的には不透水境界となっていると考えられる。試料に用いた筑波山まさ土の粒度特性は、礫分41.5%、砂分48.8%、シルト分9.7%、均等係数 $U_c=22.23$ 。飽和透水係数は、 $2.5 \times 10^{-3}$  (cm/sec)である。試験斜面地盤の作成方法は、乾燥密度 $1.55\text{g/cm}^3$ を目標に初期含水比8%のマサ土を20cmごとに人力による締固めを行った。センサーの設置状況を図1に示す。伸縮計は1箇所(D1)、地中内部傾斜計3箇所(NO.1-3)、FDR式土壌水分計3箇所5深度(地表から、22,47,72,97,122cm)、地下水位計3箇所(NO.1~3)である。傾斜計は静電容量式で、直径5cm長さ30cmの塩ビ管であり、斜面を鉛直に50cm掘削し、その底面に設置した。これらのセンサーからのデータは盛土脇に設置された計測小屋にすべてを一括して一台のロガーに取り込まれた。またインターネットを通じてリアルタイムモニタリングを行えるシステムを構築した。計測インターバルは平常時は5分間隔、降雨時は、30秒間隔である。

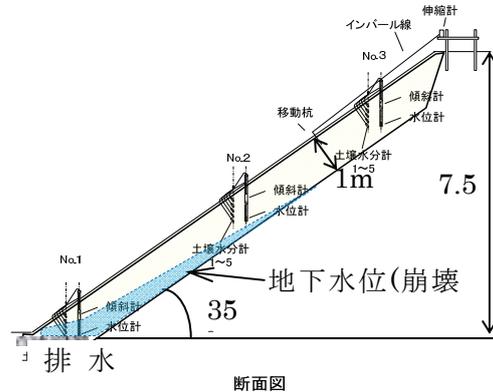


図1 大型盛土斜面の計測センサー設置

## 3. 実験結果と考察

ここでは、2010年8/28-9/28までの観測結果(降雨履歴4回、図3(a)参照)と、9/28の降雨で崩壊した時の事例について検討する(図2)。

次の崩壊イベント④について詳しく検討する。その時の10分間雨量を示す(図3(b))。これより降雨は9/27 23:00から06:30まで降雨が連続していることがわかる。時間雨量で20mm/hに相当する降雨が6時間あまり続いている。その降雨に対する地下水挙動(図4(a))をみると、02:00くらいから斜面最下部で急上昇を始め、1時間たらずで50cmまで上昇し斜面下部に水が貯まった。その後2



図2 (a)崩壊前と(b)直後

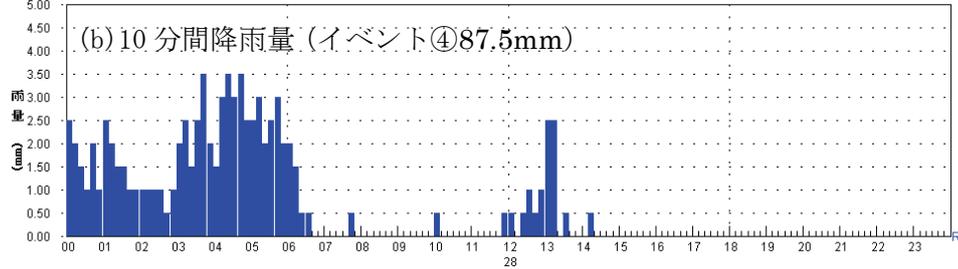
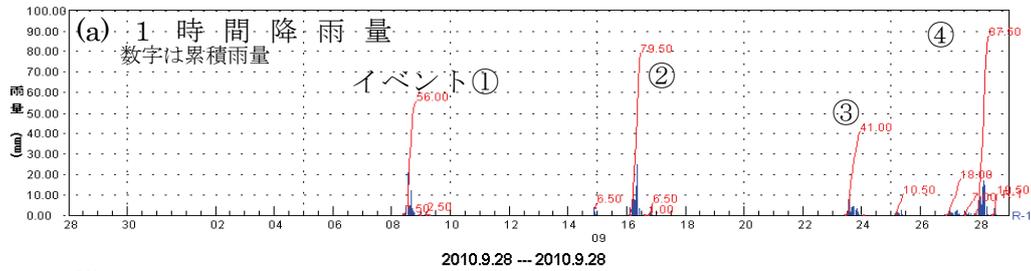


図 4 盛土斜面にて観測された降雨 (a) 1 時間雨量 (b) 10 分間雨量

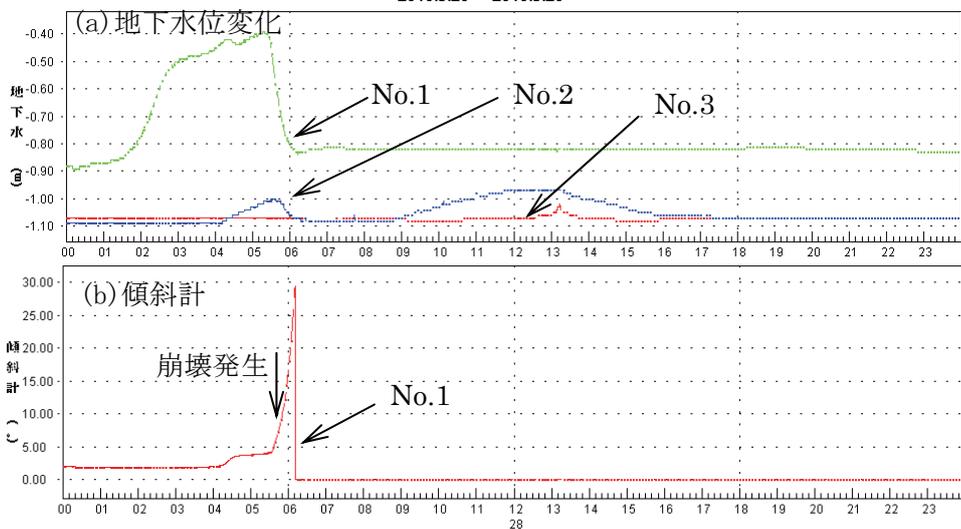


図 5 イベント④降雨時の(a)地下水位, (b)傾斜計の時系列変化

時間かけて基盤に沿って斜面中部まで地下水位が 10cm ほど上昇した時 (図 1 地下水位参照) に崩壊が発生している。またその時の斜面下部の傾斜計の挙動 (図 4(b)) では、中段の地下水の上昇とともに変形が始まり、徐々に変形量が大きくなり崩壊に至っている。崩壊は土塊全体がすべり、頭部が 1 m 強の段差が生じている (図 2 参照)。

その崩壊予測を傾斜計のデータを、確度から変位、速度に変換し検討した。速度の逆数法<sup>1)</sup>を適用すると、傾斜計においても、05:36'30"に崩壊したことを示し、8 分前より急激に低下する挙動がみられ、具体的な崩壊予測が可能であることが示された。

#### 4. まとめ

大型盛土斜面にて自然降雨下における斜面モニタリングを行い、傾斜計による崩壊予測が可能であることが示された。今後実用的なセンサーを用いた崩壊予測システムの構築を目標として研究を進めていく予定である。

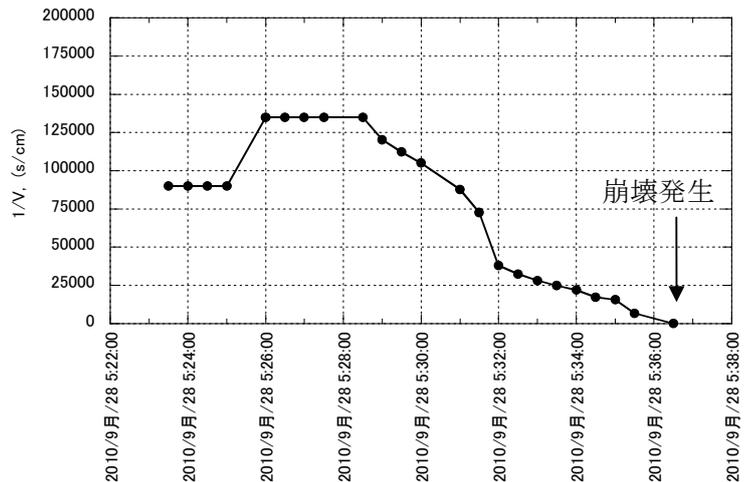


図 3 速度の逆数法による崩壊予測

#### 参考文献

1) 植竹政樹・酒井直樹・福園輝旗, 2010, 内部歪計による斜面崩壊発生予測法に関する研究, 防災科学技術研究所研究報告 77, 49-68.