

斜面崩壊の発生指標と予測に関する研究

京都大学大学院 ○一貫田悟司
 京都大学防災研究所 藤田正治・堤大三
 立命館大学理工学部 里深好文

1. はじめに

土砂災害防止のためには、いつ、どこで、どのような斜面崩壊が発生するのかを予測しなければならない。そこで、斜面形状や土壌特性の異なる斜面でも崩壊発生予測に役立つ指標を見つけるために、本研究では、竹田市の火山堆積物の深い斜面と、防府市の風化花崗岩のまさ土の浅い斜面を対象として、数値シミュレーションを行った。

2. 既往の研究

堤ら¹⁾ (2007) は Richards 式に基づく降雨浸透解析および簡易 Janbu 法、動的計画法 (DP 法) からなる斜面安定解析を用いて、2005 年台風 14 号により発生した大分県竹田市瀬野口地区の斜面崩壊現象の再現を行っている。

大塩²⁾ (2010) は堤らと同様のモデルを用いて、降雨強度一定のもとで、土層内水分量が斜面毎に異なる、ある一定量に達すると斜面崩壊が発生し、またその崩壊形状は土層内の圧力水頭分布に支配されることを指摘している。本研究では、同様のモデルを用いて、降雨特性が変化した場合でも同様のことが言えるかを検討した。

3. 竹田市瀬ノ口地区を対象にした解析

3.1 解析条件の設定

数値シミュレーション方法は、堤ら¹⁾ (2007) と同様である。降雨浸透解析には図 1 に示す降雨データを用いた。なお、降雨データには実測降雨を用い、斜面崩壊が発生するように降雨強度、降雨時間を引き延ばしており、様々な降雨条件に対応させるために前半、中間、後半部にそれぞれ降雨量のピークが存在するもの、緩い降雨が長時間継続するもの、および降雨強度が 20mm/hr で一定のものを用いている。また斜面内の初期水分状態、土の土壌特性、斜面縦断形状は参考文献に示す²⁾。なお斜面上端部および底面は不透水条件、斜面下端部は大気開放とした。

斜面安定解析には、堤らが 2005 年台風 14 号による斜面崩壊を再現する際に用いた $\phi = 0.30 \text{ rad}(17 \text{ deg})$, $c = 1.96 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ を与えた。

3.2 解析結果

図 2 に斜面崩壊発生時の土層内水分量と崩壊時までの総水分供給量の関係、図 3 に崩壊時降雨強度と崩壊発生時刻の関係、図 4 に崩壊形状を示す。これより、斜面崩壊発生時の土層内水分量は降雨特性によらずほぼ一定値となっており、これは大塩が指摘していた点と同じであった。また、斜面崩壊発生時までの総水分供給量 (総降雨量) についてはバラつきがある。さらに、崩壊形状は総降雨量が大きくなるに連れて大規模な崩壊となる傾向にあることがわかる。これは、崩壊発生までにかかる時間が長くなることで斜面

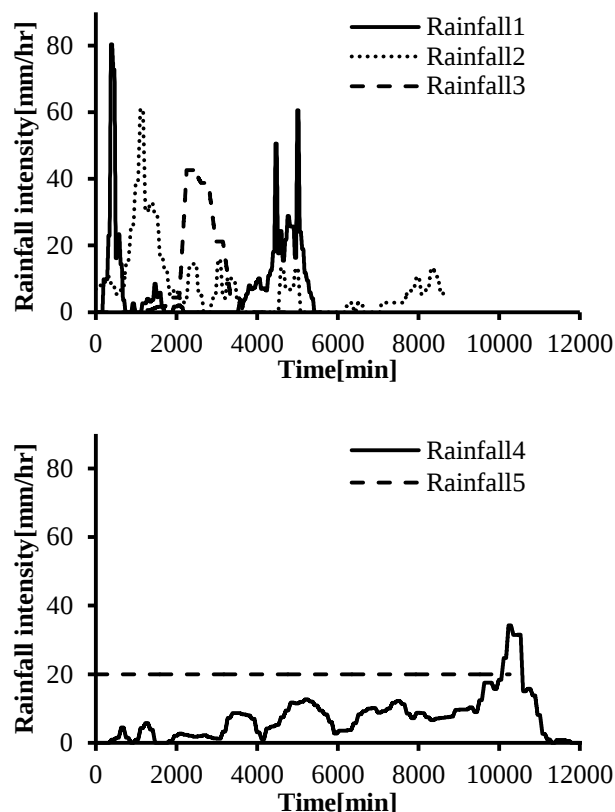


図-1 降雨データ (大分県竹田市)

内の広域に土中水分が分布するためであり、逆に総降雨量が小さな崩壊発生までの時間が短い斜面崩壊の場合には、斜面内の狭い範囲に水分が集中するため崩壊規模が小さくなると考えられる。また、崩壊時降雨強度や崩壊発生時刻については、斜面崩壊発生との関連性は薄いと思われる。

4. 防府市真尾地区を対象にした解析

4.1 解析条件の設定

図 5 に、解析に用いた降雨データを示す。初期水分状態、土の土壌特性、斜面縦断形状は参考文献に示す²⁾。また土壌の強度定数は、 $\phi = 0.58 \text{ rad}(33.5 \text{ deg})$, $c = 0.49 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ を与えた。

4.2 解析結果

図 6 に斜面崩壊発生時の土層内水分量と総降雨量の関係、図 7 に崩壊時降雨強度と崩壊発生時刻の関係、図 8 に崩壊形状を示す。これより竹田市の斜面の場合と同様の傾向にあることがわかる。なお斜面の崩壊形状については、総降雨量による影響はなかった。これは、土層厚が薄い場合には、斜面全域に水が浸透しやすくなるため、斜面崩壊発生までの総降雨量が少ない降雨でも土中水分が広い範囲に浸透するためであると考えられる。

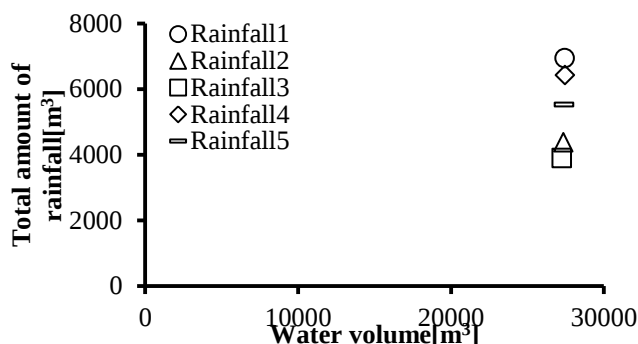


図-2 斜面崩壊発生時の土層内水分量と総降雨量の関係

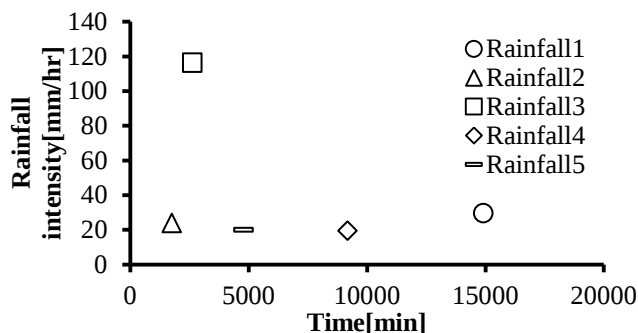


図-3 斜面崩壊発生時の降雨強度と崩壊発生時刻の関係

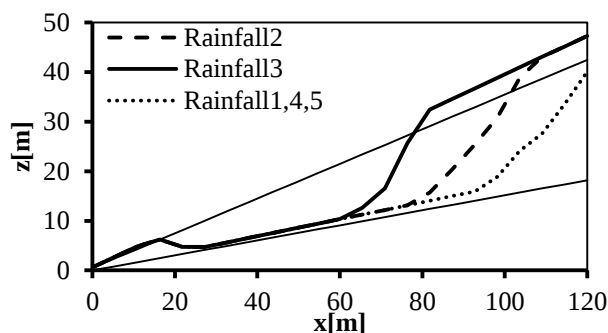


図-4 斜面崩壊発生時の崩壊形状

5. 結論

数値シミュレーションにより、降雨特性によらず斜面崩壊発生時の土層内水分量は、個々の斜面により異なるが、ほぼ一定値をとることがわかった。これは大塩が指摘した点と同じであり、これにより斜面毎に斜面崩壊発生に対する土中水分量の限界値が分かれば、土中水分量は斜面崩壊発生を予測するための指標になると言える。また斜面崩壊発生までの総降雨量は初期水分量と総水分排出量に支配されるため崩壊発生時の値にはバラつきが見られ、総降雨量を斜面崩壊発生の指標として用いるのは難しいと思われる。また斜面の崩壊形状は土中水分の分布状態により変化するため、総降雨量が大きくなるにつれて、大規模な崩壊を招く傾向にあると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 堤大三・藤田正治・林雄二郎：2005 年台風 14 号により大分県竹田市で発生した斜面崩壊に関する数値シミュレーション，水工学論文集，第 51 巻，Feb. 2007.
- 2) 大塩清太郎：流域における斜面崩壊危険度評価に関する研究，京都大学修士論文，Feb. 2010.

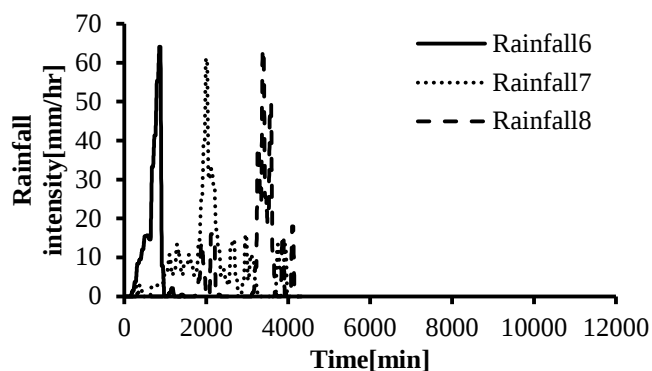


図-5 降雨データ（山口県防府市）

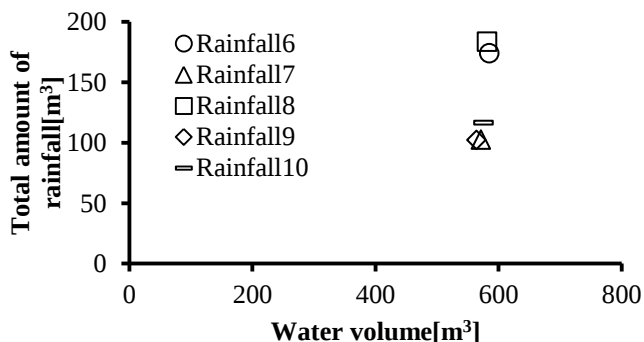
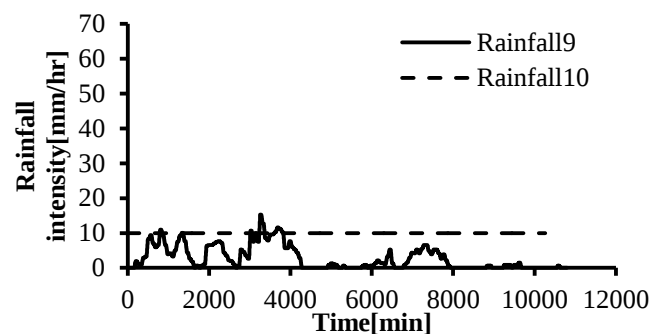


図-6 斜面崩壊発生時の土層内水分量と総降雨量の関係

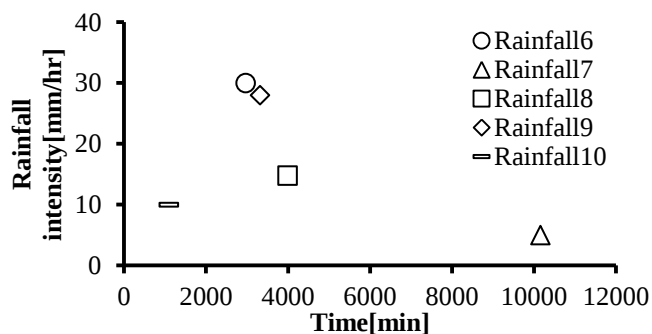


図-7 斜面崩壊発生時の降雨強度と崩壊発生時刻の関係

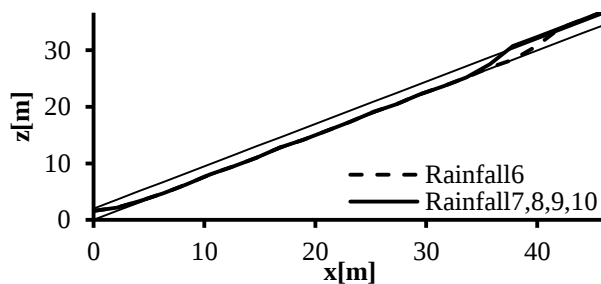


図-8 斜面崩壊発生時の崩壊形状