

現地観測及び室内模型実験に基づく斜面変形と表層崩壊の発生に至る過程の検討

(独) 土木研究所

○松岡 暁, 内田太郎, 田村圭司, 盛 伸行

国土交通省関東地方整備局日光砂防事務所 小島 隆

国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所 瀧口茂隆

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 長谷川達也

1. はじめに

豪雨時に地下水位の上昇, 土質強度の低下にともない, 斜面の変形が生じることが報告されてきた¹⁾。このような斜面の変形現象は, 斜面崩壊現象と密接に関連していると考えられ, 斜面変形現象を解明することは, 斜面崩壊の発生予測精度の向上に繋がると考えられる。

平成16年度から18年まで, 国土交通省国土技術研究会の指定課題として「山地流域における土砂生産予測手法の研究」が実施され, 山地斜面で詳細な斜面変形観測データが蓄積されてきた²⁾。一方, 室内模型実験では, 詳細な地表面等の変位計測が行われ, 斜面変位を再現するモデルの構築が進められてきている。しかしながら, これまで現地観測結果や室内実験結果を統一的に整理した事例はほとんどなく, 斜面変形の実態およびその支配要因について十分検討されているとは言い難い。そこで, 本研究では近年蓄積されてきた斜面変形観測結果と既往の室内実験に関する文献を再解析することにより, 斜面変形の実態の把握を試みた。

2. 現地観測結果による斜面変形の実態検討

2.1 用いたデータ

本研究では, 太田川河川事務所(広島西部山系・荒谷・宮内・四季が丘), 日光砂防事務所(大谷川流域・下の沢), 松本砂防事務所(姫川流域・浦川)の現地観測データを用いた。観測斜面の諸元を表1にまとめた。ここでは, 地表面または地中に設置された傾斜計の観測データを用いた。

表1 観測斜面の諸元

観測地域	観測場所	地質	勾配	土層厚	標高
下の沢	崩壊地の上部斜面	崖錐堆積物	約15°	約80cm	約2,230m
荒谷	崩壊しそうな斜面	花崗岩(マサ)	約48°	約2m	約2,225m
宮内	崩壊しそうな斜面	花崗岩(マサ)	約37°	約1m	約3,370m
四季が丘	崩壊しそうな斜面	花崗岩(マサ)	約28°	約2m	約2,330m
浦川	崩壊地の上部斜面	稗田山大崩壊堆積物	約30°	?	約980m

2.2 観測結果の比較

観測期間全てのデータについて, 図1に示した。長期的に見ると, 下の沢(深度30, 90cm)及び荒谷(深度67cm)ではほぼ単調に谷側へ傾斜が増加していく傾向が見られ, 最大で年間約20分程度で傾斜が増加した。荒谷ではほぼ等速に傾

斜が増加していった。これに対し, 下の沢では3~4月にかけて, 傾斜が他の時期に比べて大きく増加する傾向が見られた。

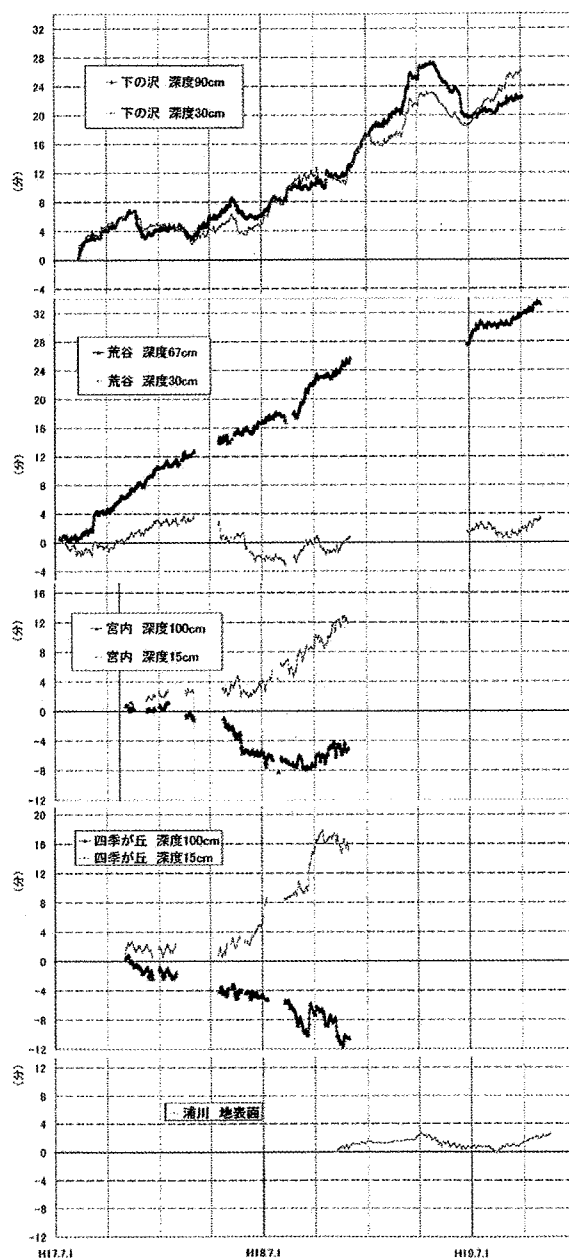


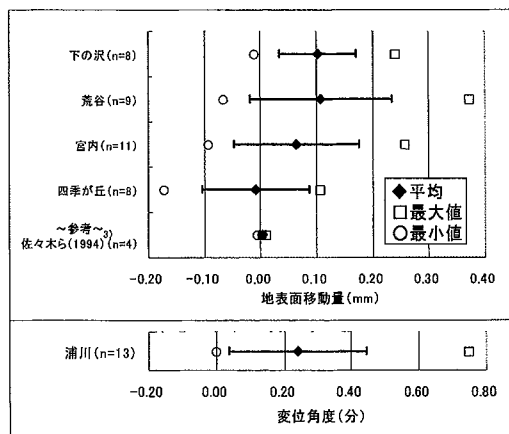
図1 傾斜計データの経年変化(2日平均)

一方, 荒谷と同じ地質(花崗岩)からなる宮内や四季が丘では, 浅いところでは傾斜の継続的な増加が認められるものの, 土層全体としてほとんど累積変位が認められない。深部と浅部の傾斜の増分が逆向きでほぼ同程度であった。また, 浦川もほとんど傾斜変化が

観測されていない。

さらに、降雨時の短期的な傾斜変化を詳しく検討するために、総雨量 50mm 以上の一連の降雨（前後に 6 時間以上の無降雨期間があるひとまとまりの降雨）に対する傾斜計から算出される地表面移動量を図 2 に示した。

図 1 で示したように、傾斜の長期的変動に対し 1 降雨による変動は小さく、明瞭ではないが、図 2 に示すように、長期的な傾斜変化が大きかった下の沢、荒谷は降雨時の傾斜変化も大きかったのに対し、四季が丘、浦川は長期的な変動同様、傾斜変化は小さかった。一方、長期的な変動のほとんど見られなかった宮内も、下の沢、荒谷とはほぼ同程度の降雨時の傾斜変化が見られた。



※総降水量（又は総融雪量）が 50mm 以上の降雨（又は融雪）による変位
※地表面移動量は、傾斜計最深部を不動点と仮定して算出

図 2 斜面変形比較一覧

3. 室内実験による斜面変形の実態検討

3.1 方法

本研究では、過去に土木研究所、防災科学技術研究所、鉄道技術研究所、鳥取大学で実施された室内模型実験に関する文献（例えば 4）、5）、6）、7）を収集し、諸条件（試料、雨量強度など）によって、斜面が変形し崩壊に至るまでの過程や時間がどの程度変化するかを把握した。斜面変形のデータは地表変位計によって計測されたものであり、複数の計測データがある場合は最も変位が大きい箇所（主に移動土塊の上端部付近）の地表面移動量のデータを整理解析した。

3.2 検討結果 崩壊時刻を 0 とし、各実験の地表面移動量の変化を図 3 に示す。地表面移動量は崩壊に近づくにつれ、徐々に大きくなるが、移動量は実験による違いが大きかった（10 分前で数 cm～20cm）。また、砂質土と粘性土を比較した場合、砂質土を用いた実験において、崩壊直前に急激に変位量が増加する傾向にあった。

次に、崩壊 10 分前の地表面移動量と各種の条件について相関性を検討した。顕著な相関関係が認められたのは降雨強度であった（図 4）。図に示したように、降

雨強度が大きいほど崩壊 10 分前の地表面移動量が小さく、崩壊直前に急激に変位が生じることが分かる。一方、土層厚や傾斜角、斜面長の条件と崩壊 10 分前の地表面移動量との間には、はっきりした相関関係は確認できなかった。

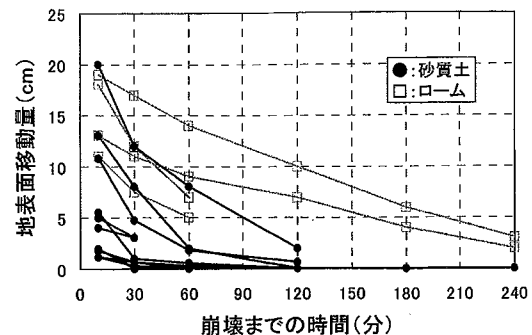


図 3 地表面移動量と崩壊までの時間の関係

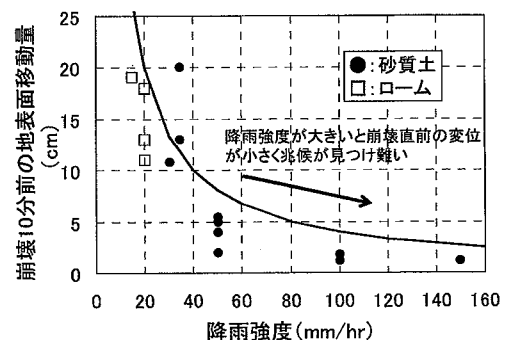


図 4 崩壊10分前地表面移動量と降雨強度の関係

4. まとめと今後の課題

本研究により、現地観測データ及び室内模型実験データに基づき、斜面変動の実態把握を試みた。この結果、次のことが明らかになった。

①累積的な斜面の変位が生じる斜面とそうでない斜面が存在する。

②累積的な斜面の変位が生じる斜面では、降雨時の変形も大きい。

③室内模型実験のデータ収集により、土質及び雨量強度が、斜面崩壊直前の斜面変位の大きさ及びその時間変化に及ぼす影響が大きい。

今後、さらなる解析を進めるとともにこれらの成果を活用し、斜面崩壊の発生予測技術を検討していく予定である。

参考文献：1)笹原ら（2006）第 42 回地盤工学会研究発表会，2191-2192 2)河川局砂防部砂防計画課ら（2007）土木技術資料，49，3，28-33 3)佐々木ら（1994）応用地質，35，5，205-217 4)酒井ら（2007）砂防学会研究発表会概要集，140-141 5)福岡（1985）地すべり，22，2，8-13 6)小橋ら（1971）新砂防，28，4，6-12 7)多田ら（2002）砂防学会誌，55，3，12-20