

四次元測量データを用いた地すべりの解析

信州大学 正員 吉澤孝和 ○学生員 長谷部美雄

1. はじめに

地すべり多発地帯においては多くの山地斜面が崩壊の危険にさらされているため、その兆候が見られる地域に対して適切な調査により、地すべりの予測がなされることを要求されている。予測に関して求められるのは、地すべりの方向、速さ、影響範囲であり、それらを踏まえた上で対策工事が行われることが望ましい。今日、さまざまな調査方法が地すべり地に対して行われているが、これらの調査データを補い、さらに地すべりの動態をより正確に把握する一手法として、地表測点の立体的変位の定期観測を取り上げ、考察を述べる。

2. 研究手法

地すべり地域及びその周辺に設けた多数の地表移動量観測点に関する測量結果から得られた、三次元座標値の時系列データを四次元測量データと呼ぶ。このデータを用いて、測線ひずみ、主ひずみ、面積ひずみ等の時間変化を解析することにより、地すべり土壌の挙動に関する特性を考察する。なおこれらの計算で得られた数値変動の増減を比較する場合は、一回前の時点における計算値を基準として表すものとする。

3. 対象地域

長野県信州新町奈良尾地区に発生した地すべりについて解析する。この地すべりは1976年10月6日に発生し、現在とのおお移動が続いている。規模は幅100m、長さ600m、すべり面の深さは上部30m中部50m、下部40m程度である。四次元測量データとしては、1976年10月19日～1976年10月31日まで連日、1976年11月1日～1977年1月30日は5日間隔、その後は1ヶ月間隔のデータが得られている。本文では1日間隔の測量データを用いた解析結果を述べる。

4. 考察

図1に奈良尾地すべり地の地形の概略と測点配置を示した。図中、測点2,4,9は地すべりの主たる方向にほぼ一直線上に並ぶ測点群であり、地形的に見ると尾根上に並ぶグループである。また、測点4は地すべり地内のほぼ中央に位置する下林山頂部という特異な測点であり、かつ、測点2,9間のほぼ中央に位置している。本研究は、この特徴ある測点群を中心にして解析を進める。なお、測点9は1976年10月22日に移設されたので今回の使用データは10月22日以降とする。図3は測線2-9、2-4、4-9について、1日毎の各測線のひずみを表している。これを見ると、各測線のひずみが引張と圧縮を繰返していることがよくわかる。そして、そ

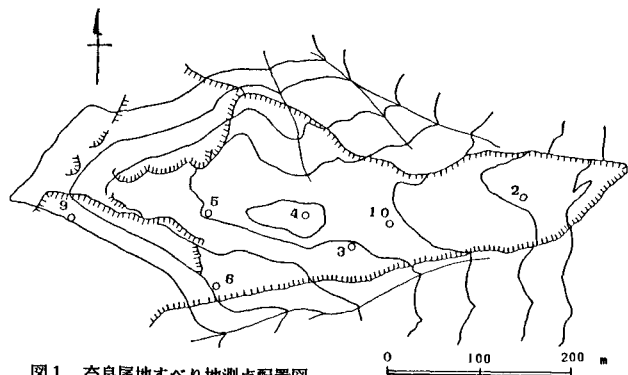


図1. 奈良尾地すべり地測点配置図

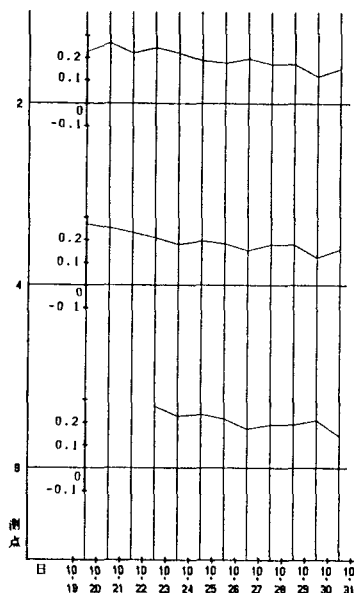
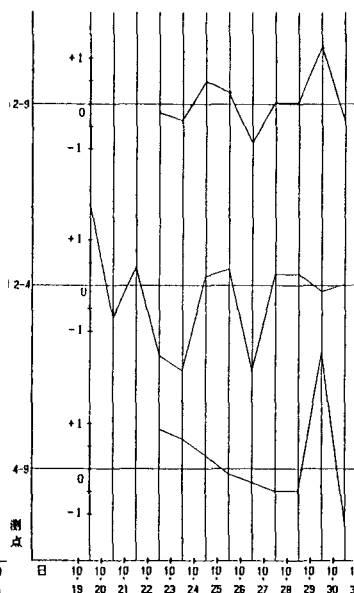
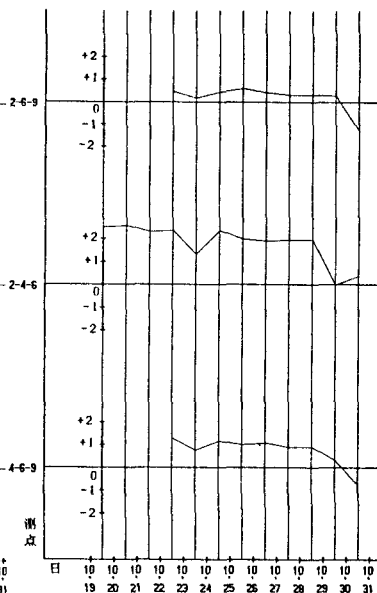


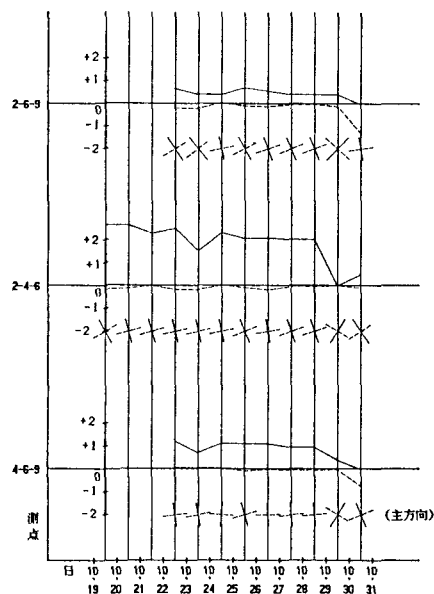
図2. 測点移動量 (m)

図3. 測線ひずみ (10^{-4})図4. 面積ひずみ (10^{-3})

の繰返しの間隔は測線 2-4 と 4-9 では明らかに異っている。

図2に示されている各測線の移動量の変化を合わせて考えると、2-4間ではひずみの変化は主に測点2に依存し、4-9間では測点9に依存していることがわかる。ここに測点4の特異性がよく現れている。測点4は地すべり地内において、土塊の流動に対する抵抗体として働き、測点3・10といった流動部測点の大きな移動を妨げているのである。

従って、測点4をばらした上部と下部の測点の移動を解析することにより、地すべり頭部と末端部の土の挙動の一端を知ることができるとであろう。次に図4は、上述の三つの測線を含む三角形 2-6-9、2-4-6、4-6-9 の面積ひずみの変化を表わしている。これらは、図3の測線ひずみとは10月30日前後の大きな変化を除けば相関性はほとんど見られない。最後に図5は、面積ひずみで用いた三角形の三辺の辺長ひずみから算出される主ひずみの大きさと主軸の方向の変化を表している。ここでは三角形の面積ひずみの変化との相関性が極めて高いことがよくわかる。弾性論的に考えると、面積ひずみが正に増加する間は、最小主ひずみ(図の破線)は0に近く、三角形内のひずみ状態は引張領域が大部分であることを示す。逆に、面積ひずみが負に増加する間は、最大主ひずみ(図の実線)が0に近く、三角形内のひずみ状態は圧縮領域が多いことを示している。このひずみ状態の変化の際、主軸の方向が大きな変化を示すのは、地すべり地域内においてせん断ひずみの向きに何らかの変化が起こったためだと考えられるが、この点については現在検討中である。

図5. 主ひずみ (10^{-3})