

各種投影面上における地すべり挙動の考察

信州大学 正会員 吉澤孝和 ○学生員 前田成範

【研究目的】 昭和57年8月、長

野県小諸市の千曲川北岸に発生した地すべりは東西1km南北500mにおよび、その一部には国鉄、工場、住宅地などが含まれているため、社会的影響が大きい。

本研究は、図1に示すように地すべり地域内に配置した測点〔○印は光波測量用、□印は水準測量用〕の精密測量データを解析することにより、本地すべりの挙動を解明しようとするものである。

【解析方法】 ここに報告する解析方法は次の3種である：

(1) 水平面投影ベクトル法

定期観測で得られた各測点の三次元座標値の水平面上の成分を用いて、

最小二乗法により一次直線補間を行い、平均移動方向及び平均移動量を求める。図2はこの方法で求めたベクトル図である。使用したデータは58年4月から10月までの7回の観測によるものである〔以下のデータも同様〕。

(2) 鉛直面投影ベクトル法 上記の水平面上での平均移動ベクトルを含む鉛直面上に、観測で得られた各測点の各時点における位置を投影して観察する。ここでは簡単のため、図2に示した各ベクトルの平均的な移動方向を南北線と一致するものとする。そして図1に示すようなAからGまでの100m間隔の鉛直投影面を設定し、投影面の両側100mの範囲内に存在するすべての測点の変位を投影した上で、各測点ごとにその軌跡を最小二乗法により

二次曲線補間して曲線ベクトルとして表示する。

図3は、図1のD-D断面についての解析結果である。ただし水準点については観測値をそのまま直線ベクトルで表示してある。図示の推定すべり面は、ボーリングの結果から推定したものである。

地表の測点が地下のすべり面とほぼ平行な動きを示すとすれば、曲線ベクトルの形状からその測点付近の地下のすべり面の形状を類推することができる。また地すべり地の末端部において、水準点の上昇が認められるか否かにより、地すべりの末端部を正確に確認することができる。

図3の曲線ベクトルからは、地すべり地の上部、中部、下部における地すべり土塊の移動特性を明確に観察することができる。

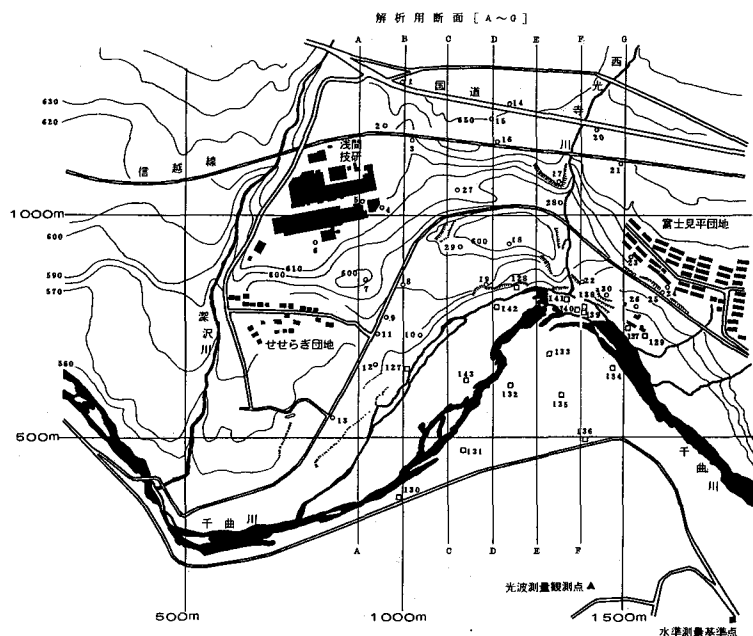


図1 小諸地すべり地における精密測量用測点の配置と解析用断面

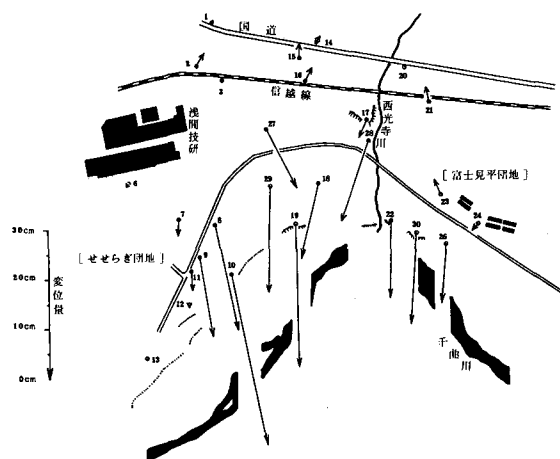


図2 水平投影面上の平均移動ベクトル

(3) 地下すべり面形状の推定

この手法においてはつぎの2つの仮定を設ける：

〔仮定Ⅰ〕 地下のすべり面の形状は円弧である。

〔仮定Ⅱ〕 すべり面上の土塊はほぼ一体化した運動をなし、その挙動は地表の測点の移動で代表できる。このことは、長野県奈良尾地すべりでも確認している。

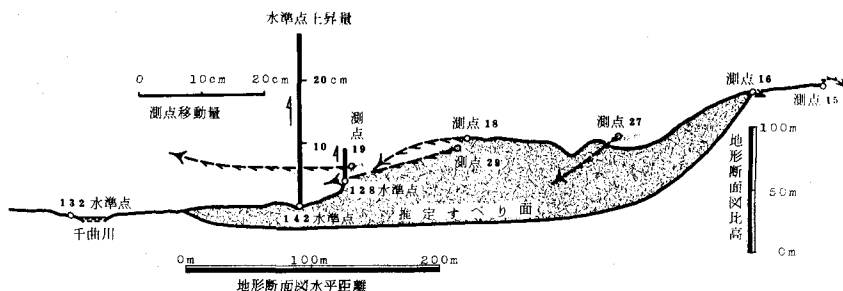


図3 地すべり地中央部の主移動方向を含む鉛直面〔断面D-D〕に投影した測点変位ベクトル

円弧すべり面上の土塊が一体化した動きを示す場合、地すべり地内の地表に設けた測点の、鉛直投影面上における軌跡は円弧となる。投影面が主移動方向と一致した場合には円弧となり、多数の測点の軌跡は同心円弧となるはずである。本法はこのような条件のもとに、各測点の変位軌跡より求めた円弧の曲率半径はそれぞれ一定値を保つという考え方で、最小二乗法により、円弧すべり面の回転中心座標値〔P, H〕を求める式を導いた。これを次に示す：

$$\begin{bmatrix} P \\ H \end{bmatrix} = \frac{1}{2[\sum A_i^2 \cdot \sum B_i^2 - (\sum A_i \cdot B_i)^2]} \begin{bmatrix} \sum B_i^2 & -\sum [A_i \cdot B_i] \\ -\sum [A_i \cdot B_i] & \sum A_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum [A_i^2 \cdot \bar{A}_i] + \sum [A_i B_i \bar{B}_i] \\ \sum [B_i^2 \cdot \bar{B}_i] + \sum [A_i \bar{A}_i B_i] \end{bmatrix}$$

$$A_i = p_i - \bar{p}_i \quad \bar{A}_i = \bar{p}_i - \bar{p}_i \quad B_i = h_i - \bar{h}_i \quad \bar{B}_i = \bar{h}_i - \bar{h}_i$$

ここにP, Hは円弧すべり面の回転中心の横及び縦座標, $[p_i \ h_i]$, $[\bar{p}_i \ \bar{h}_i]$ は、各測点ごとに観測期間内に得られたデータを最小二乗法により直線補間し、その直線上に投影した観測期間の最初の時点と最後の時点における横及び縦座標値である。

円弧すべり面を定めるためには、すべり面と地表面との交線〔断面図上では交点〕が必要である。本報告でとり扱う小諸地すべり地については、図3からも明らかのように千曲川の河原部が地すべり末端部と確認される。

図4は円弧すべり面を定めるための作図である。断面図は図4と同じD-D断面面である。空中にプロットした点は、断面図中の各測点を組み合わせて上式を用いて定めた円弧中心である。地すべり末端部はボーリングの結果と同じ位置にとり、それぞれの円弧中心を用いて作図すると、その上端部はほぼボーリングの結果と同じ位置に達する。

この方法をさらに多くの事例に適用して、地すべり機構の解明手法としての可否を検討していきたい。

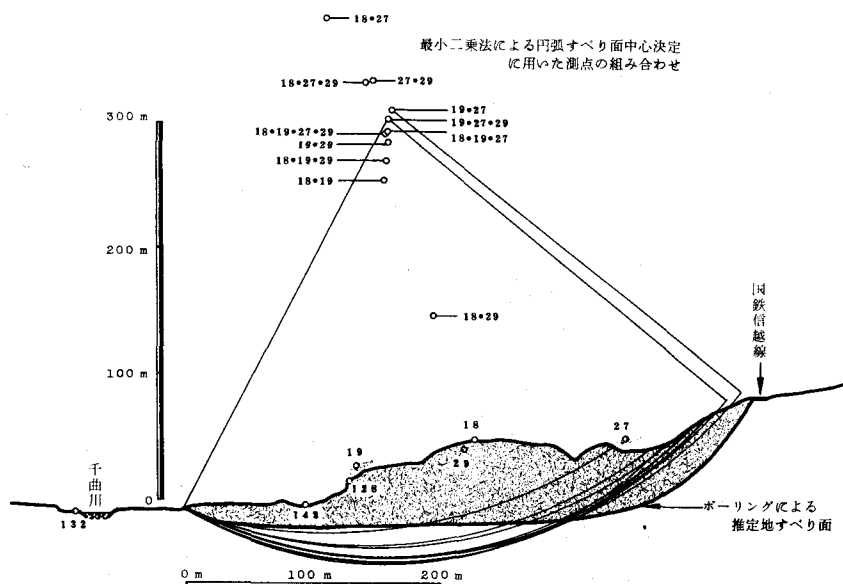


図4 最小二乗法による円弧すべり面の推定とボーリング結果との対比