

地表変位ベクトルによる地すべりブロックの挙動に関する数値解析

信州大学工学部 (正) 吉澤孝和 ○(学) 関 貴幸

1 はじめに

地すべり地の地表に設けた変位追跡点の三次元変位ベクトルを測量によって検出し、これを用いて地すべり挙動の機構を推定する。

これまでの研究では、地すべり地全体の地山の挙動を巨視的に扱って地下すべり面形状の推定を行ってきたが、本稿は地すべり地内における運動特性の共通するブロックを検出して地下の機構を推定する手法を示す。

2 移動ブロックの判別

地中に発生したせん断破壊面で分断された地山(ブロック)はすべり面上を移動する。この場合ブロックの変形は移動量に比べて無視できるほど微小と仮定すれば「同一ブロック上に存在する2点間の三次元距離はブロックが移動しても変化しない」という原理が成り立つ。

図1は地すべりの発生後に5日間隔で撮影した空中写真を計測して、地上諸物体の座標差から変位ベクトルを検出したものである。三次元距離の変動量が写真測量の誤差(10cm)以下となる点を結合すると図2が得られる。図から明らかなように、地すべり地の内外では結合線は完全に分離される。ただしこの図は2点間の三次元距離が12.5m以下の点のみを対象としたものである。

地すべり地内では移動ブロックが形成されている。ブロック上の2点間の水平距離と高低差の変動を解析すると、そのブロックの直下のすべり面の形状が平面状か、凸面状か、凹面状かを推定することができる。¹⁾

3 地下すべり面形状の推定

上記の仮定により「移動ブロックの直下のすべり面形状はブロック上の変位追跡点の移動軌跡と類似したものとなる」という推論が導かれる。²⁾ 変位追跡点の三次元変位ベクトルおよび地すべり地の段差や亀裂等の地表変位の発生位

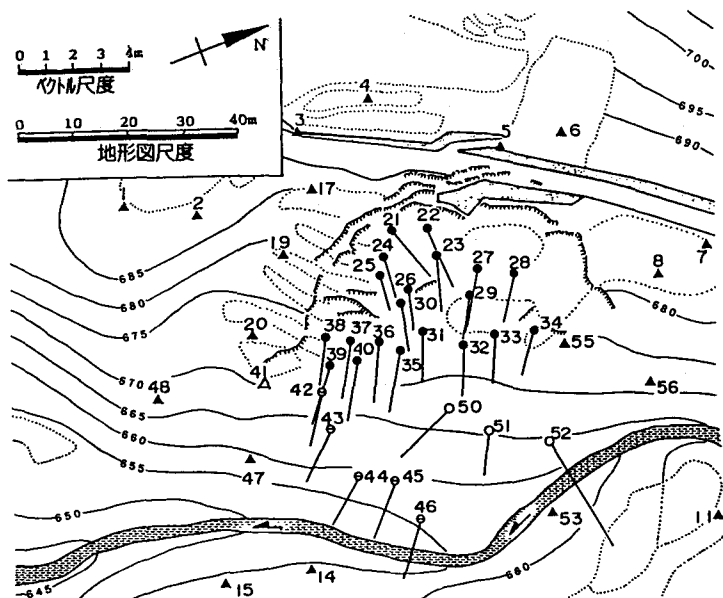


図1 広瀬地すべり地(長野市)の地形と地表変位ベクトル

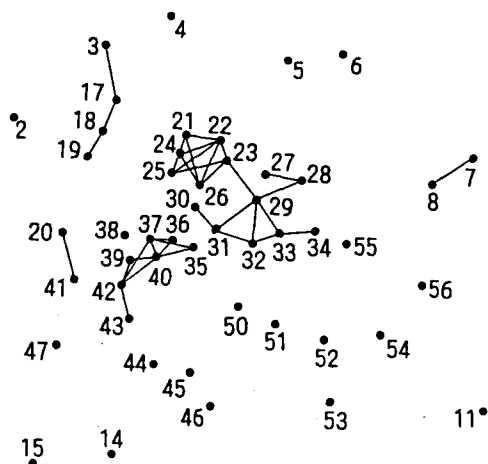


図2 距離12.5m以内で変動量10cm以内の結合線

1) 吉澤・梶本：三次元地表変位ベクトルによる地すべりブロックの挙動に関する考察，地すべり学会講演集，1993。

2) 吉澤・宮澤：地下すべり面推定における三次元移動軌跡法の改良，地すべり，28-4，1992。

置をデータとして、最小二乗法により個々の移動ブロックの直下の三次元すべり曲面形状を求める。図3の曲面Aは、図2のブロック(21・22・23・24・25・26)の推定すべり面で、境界条件は頭部滑落崖(HB)の位置を与えたものである。平面Bはブロック(29・30・31・33)の相対距離の変動が、立体・平面距離および高低差とも微小量であることから、地下すべり面形状を一樣な平面と推定し、境界条件は曲面Aの2点を与えたものである。曲面Cは変位追跡点(50・51・32・33等)を用い、平面Bの上に境界条件を設定して得られたものである。曲面Cの推定に用いた各変位追跡点の間の相対距離はかなり変動しているが、その特性は下側に凸形状のすべり面の存在を示している。なお、変位追跡点(50・51)は森林地帯の樹冠部を追跡したものであるため、測量誤差はかなり大きい(図1の52には樹木の傾動の影響が見られる)。この点を考慮して、C曲面の推定に用いた変位追跡点群はひとつのブロックを形成しているものと考えて解析した。

このほか(36・37・38・39・40・43・44・45)等を用いた曲面Dおよび(27・28・34)等を用いた曲面Eを推定した。以上5種類の推定すべり面について、当該ブロックの直下の領域を除くブロック同士の境界領域については、複数のすべり面を延長して比較し、1地点におけるすべり面標高の較差が3m以内のものを採択してその平均値をすべり面標高とした。

図4はこの手順で推定した地下すべり面の等高線図である。地表に発生した段差は点線で、谷川は陰影で示した。等高線と段差の整合性がよい。

4 地下すべり面形状の考察

この地すべりは小規模ながら、図1の変位ベクトルに見るように地下構造の影響をかなり受けていることが予想される。これまでの解析では一樣な曲面しか推定できなかったが、本稿の解析手法によって図4のような複雑なすべり面形状を推定できる段階に至った。図5には図4の断面AA'の方向のすべり面形状(この地すべりの最深部)を示す。この地すべりの末端部の位置は、河床部に発達した巨礫を主体とした堅固な段丘に阻まれて、河床よりも上部の斜面に現れている。おわりに、空中写真撮影と座標計測資料の提供を受けた長野県と関係機関測量会に感謝の意を表します。

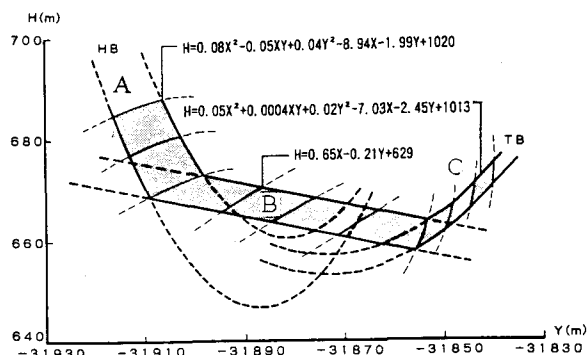


図3 複数の曲(平)面の連結によるすべり面の推定法

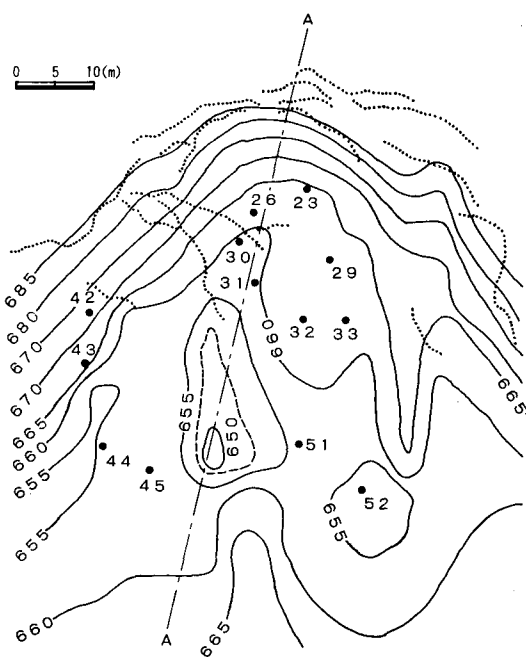


図4 広瀬地すべり地(図1)の地下すべり面等高線図

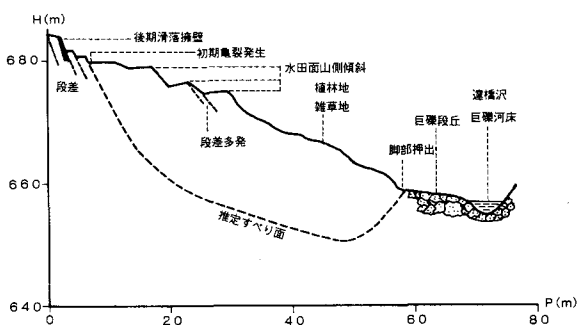


図5 地すべりの主移動方向(最深部)のすべり面形状