

地下すべり面推定に用い得る地表変位計測データの選定法

信州大学工学部 ○学生員 倉光昭夫 正会員 宮澤 圭 正会員 吉澤孝和

はじめに 本研究では、地表変位計測データより得られる測点の移動量と測点間距離の変化量に注目し、下記の解析上の仮定を最も満たし得るデータを探す。そのデータを用いて、地すべり地内の移動ブロックの判別を行い、より信頼度の高い地下すべり面の形状を推定する。

解析法 (図-1 参照)

地すべり地の測量で得られた地表変位データを解析して地下すべり面の形状を推定する場合、次の仮定が必要である。

(仮定1) 地すべり地の地中には多数のすべり面が発生するが、全体を包括する運動は主すべり面に支配される。

(仮定2) 地すべりブロックは、主すべり面の上を集団的に移動する。

(仮定3) ブロック自体に生ずる変形は微小で、移動量に比べ無視できる。

ここでは、上記の(仮定2)、(仮定3)について、この仮定を最も満足させるデータを探る。

1: データの選定

まず、測量で得られたデータには、常に観測誤差が含まれている。そこで、これを数値解析用データとして採用できるか否かは、次の①、②のいずれかの条件が満足されことによって判定する。

- ① ひき続く2つの時点での観測から得られた測点の移動量が、測量の誤差を大きく上まわっている。
- ② 移動量が小さい場合でも、ひき続く数回の観測で得られた測点の移動ベクトルが毎回ほぼ同一の移動方向を示す。

2: 時間帯の選定

(仮定3)の成り立つ時間帯の選定法として、判別条件: (地山の変形量) << (移動量) を考える。そのための判断材料として、 $R_y M / D_y T$ の値を用いる。

($D_y T$) ; 地すべり地内の各測点ごとに時間帯 (i~j) で三次元移動量 D_y を求め (図-2)、全測点の D_y を全て加えたもの。

($R_y M$) ; 地すべり地内の各測点ごとに時間帯 (i~j) で三次元距離変化量 (図-2) の絶対値の総和を求め (図-3)、全測点の R_y を全て加え、これを平均したもの。

(1) $R_y M / D_y T$ の値が、小さければ小さい程、(地山の移動量) $D_y T$ が (地山の変形量) $R_y M$ に比べて大きいことになるので、判別条件が成り立ち、(仮定3)に近いモデルと言える。

(2) $R_y M / D_y T$ の値が、大きければ大きい程、(地山の変形量) が大きく、(仮定3)に反するデータと言える。

これによって、 $R_y M / D_y T$ の値が最も小さくなる時間帯が、(仮定3)を最も満足する時点の組み合わせとなる。そこで、解析例として小諸地すべり地の25個の測点 (No. 6~No. 30) の1983/4/19~1983/11/16の8個の時点によって $R_y M / D_y T$ を調べた。(表-1)より、7/15~9/21で最も値が小さく(仮定3)を最も満足する時間帯となる。

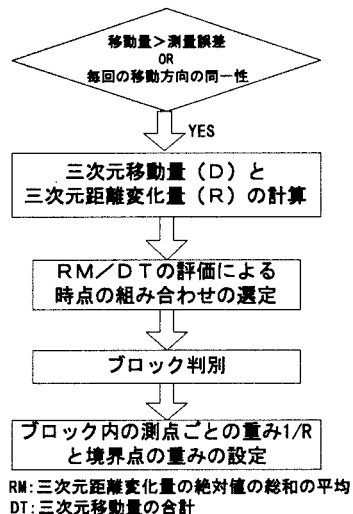


図-1 解析手順

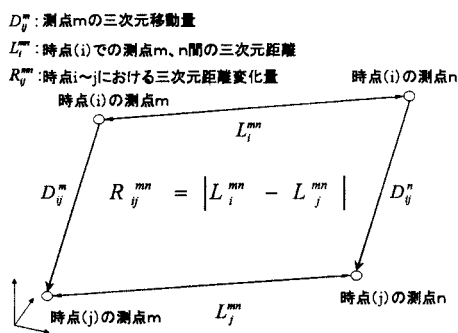


図-2 三次元移動量と三次元距離変化量

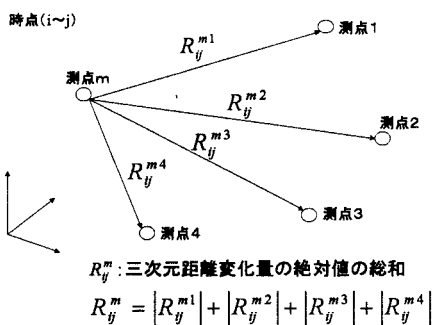


図-3 三次元距離変化量の絶対値の総和

3：ブロック判別 上記の方法で求められた時間帯 7/15～9/21 のデータでブロック判別を行う。そこで、測点の移動量と2点間距離の変化量に注目し、以下の条件を満たす2点間を結び、結ばれた測点群をブロックとする。

① 2点間の三次元距離 L が所定の距離以内で距離変化量 ΔL 、線ひずみ ϵ が所定の値以内。

② 2点の間に段差・亀裂などの変状がない。

③ 平面図上での移動ベクトル方向の一様性。

ここで、小諸地すべり地での①の判別条件を、

$L \leq 145 : \Delta L \leq 0.05 : \epsilon \leq 0.01$ とする。

これにより、判別したブロックを(図-4)に示す。

図-4より、3個のブロックに分けられる。ここで、測点(14, 15, 16)は、明瞭に確認される頭部境界の外側にあり、地すべりブロックとして認められない。

4：重みの設定 ブロック内の測点の変位挙動を総合的にみた場合、各測点に生じる亀裂や段差などのために、同じブロックとして扱いにくい場所がある。そこで、地山の緩み具合を、三次元距離変化量の絶対値の総和(図-3)で示す。

(1) R_y^m の値が大きい場合は、地山の緩み具合が大きく、測点 m との間に亀裂や段差などが存在すると考えられる。

(2) R_y^m の値が小さい場合は、地山の緩み具合が小さく、周りとの結合度が高いと考えられる。

さらに、(仮定2)を満足させるために、地山の緩み具合によって、それぞれの測点に R_y^m の逆数 $1/R_y^m$ で重みをつける。この方法によって求めた測点の重みは、(図-5)の()内に示す。さらに、境界点は図上計測により求めるため、それにより生じる誤差の影響を重みとして使う。ここでは、測点の測量誤差の重みを、(1.0)として境界点の重みを、(1/10000)とする。

5：地下すべり面形状の推定

これらの結果を元に、地下すべり面形状を推定する。ここでは、(図-4)で判別されたうちの中央のブロック(測点 18, 19, 27, 29)を用いて、すべり面形状の推定を行なったものである。

(図-5)は、すべり面の推定法としてこれま

で提案された、二次元すべり面解析法のうちの多角形法を用いて推定したものである。

(投影面方向角： $\theta = 0.756^\circ$ は、ブロック内の測点の移動ベクトル方向の平均的な方向とする。)

おわりに 今回、(図-5)のようなすべり面を解析できたが、他のブロックで行うと、すべり面が空中に存在するなどして、必ずしもいい結果が得られない。今後の課題としては、他のすべり面解析法を用いて、この方法の信頼性の検証と境界点の重みの設定の改良を必要とする。

表-1 小諸地すべり地におけるRM/DT

時点	4/19～	5/19～	6/17～	7/15～	8/23～	9/21～	10/18～
5/19	0.456						
6/17	0.585	0.547					
7/15	0.622	0.498	0.482				
8/23	0.592	0.539	0.569	0.49			
9/21	0.612	0.539	0.574	0.424	0.503		
10/18	0.624	0.575	0.597	0.52	0.581	0.591	
11/16	0.596	0.559	0.556	0.483	0.527	0.541	0.599

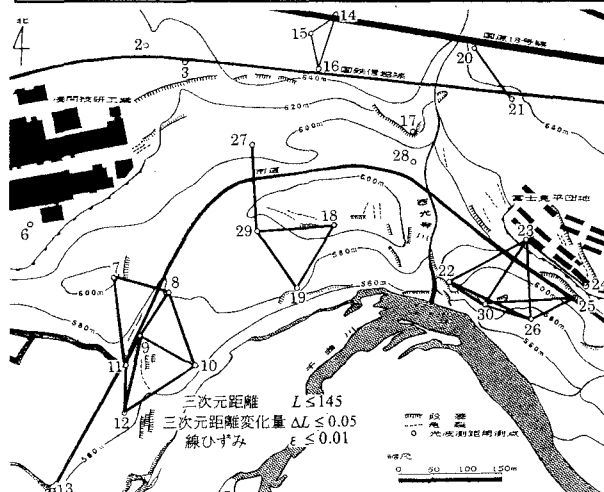


図-4 小諸地すべり地でのブロック判別図

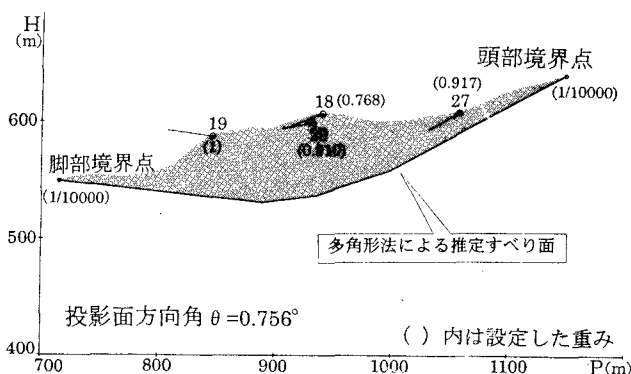


図-5 多角形法による推定すべり面