

時系列測量データの防災計画への応用について

信州大学工学部 正会員 吉澤孝和

【測量データの次元について】 測量をそれによつて得られるデータの次元から分類すると、一次元から四次元までの測量が存在する。2点間の距離または比高を求めるものが一次元測量，地表の諸点の平面座標値 $[XY]$ を求めるものが二次元測量，これに高さを加えた立体座標値 $[XYZ]$ を求めるものが三次元測量である。さらに適当な時間差をおいて同一点に対する測量を行うとそのデータには時間の次元が加わる。これにより上記の各測量の次元は一次元増加する。異つた時点におけるある点の立体座標値 $[XYZ]_1 [XYZ]_2$ を得るための測量は四次元測量と定義することができる。

【時系列測量データの必要性】 時間差のある測量データはその点の変動を与える。周知のように水や土石の急激かつ大規模な移動によつて生ずる各種の災害に対しては，地表の微小な変動や微地形の変化がその前兆となる場合が多い。従つてこれらの変状を正確かつ時機を得てとらえることは防災工学を進展させる上で必要性が高い。このような観点から近年災害の予知または原因や機構の解明のために行われている測量の一例を次元別に示すと次のようになる。

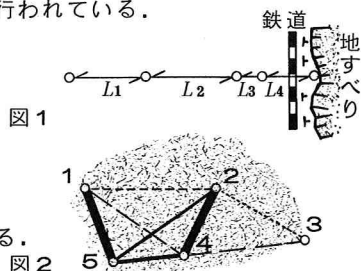
次元	代表的測量		地盤	土砂・地盤	河川・海象	次元	
L^1	距離測量 水準測量	データの 時系列化 $T = t_2 - t_1$	測線ひずみ 地殻上下変動	測線ひずみ 地盤沈下	水位変化 河床変化	L^1	この表において例 えば体積変化は数 カ月または数年間
L^2	三角測量 多角測量		地殻ひずみ 水平変動	主ひずみ 面積変化	河道変動 海岸線変動	L^2/T	の時間差のある地 形測量または写真
L^3	地形測量 写真測量		地殻傾斜 断層変動	体積変化 地形変化	体積変化 地形変化	L^3/T	測量のデータから 計算できる。これ
			旧災害地形の読図による再発性の検討				を土砂・地盤災害

の防災計画に利用する手法としては，一例として，地すべりのようなマス・ムーブメントの場合ならば，傾斜地の上部と下部における自然的・人工的な体積変化を調べて斜面の安全率の変化を検討すればよい。また河川・海象災害における洪水対策ならば，ダムの堆砂量を調べて調整能力の変化を検討する等の利用方法がある。また地殻上下変動(L^1/T データ)は新潟地震(1964)の発生の際観測されたように，地震の発生前に特異な挙動を示すこと(測地学の概観，日本測地学会，1974)から，地震予知のための有効な手がかりと考えられており，各地で定期的な観測が行われている。

【二次元データ(L^1/T データ)による防災計画】

以下，これまでに筆者が地すべり地を対象として，災害の機構の解明と防災計画のための資料の作成を目的として行つてきた測量データの解析法を，紙面の都合上概念的に述べる。

図1は小諸市を通る国鉄信越線に接して発生した地すべりである。



この地すべりが鉄道までも含んだものか否かを監視するため、一直線上に図のような測点を設け、各測点間の距離を光波測距儀で定期的に精測する。 L_4 は変化している。 L_3 が変動すれば危険となる。

図2は信州新町奈良尾地区の地すべり地(150m×600m)内に設けた測点群である。各測点間の距離変化から線ひずみを求めれば、2点間の土塊が圧縮性(実線)か引張性(破線)かを判定できる。

以上の方法は地すべりの影響範囲・予知・対策工法の選定等に対して簡便に利用できる。

【三次元データ(L^2/T データ)による防災計画】

地すべり地とその周辺に設置した変位観測点の平面座標値(XY)に関する時系列データの利用方法を述べる。図3はひとつの測点に関して各観測時点で得られた測点の位置を連ねたベクトル図である。これより各期間の移動方向と速度を観察できる。また全体に曲線をあてはめるとその点の移動特性を知り、今後の予測と防災対策に利用できる。図4は地すべり地末端部における測点間を結んだ三角形の面積変化を計算して圧縮領域(実線)と引張領域(破線)を区別したものでありこれにより防災工法を選定する。図5は上記の三角形の辺長のひずみまたは1測点と他の3測点を結ぶ3本の測線長のひずみを用いて主ひずみを求めたものである。主ひずみの大きさ及び方向の変化を追跡して地すべり地内とその周辺の土塊の力学的な挙動を考察し、機構の解明を試みている。

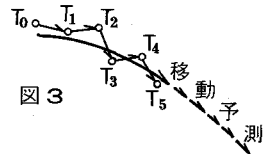


図3

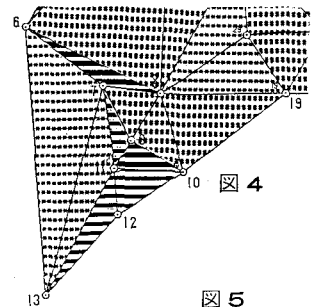


図5

【四次元データ(L^3/T データ)による防災計画】

地すべり地内に設けたいくつかの変位観測点の立体座標値の時系列データは最も利用価値がある。例えば図6のように地域全体を任意平面PH上に投影し、その上で各測点の変位挙動を解析することができる。図7のように各測点の変位が全体として同心円的な挙動を示すような場合は、最小二乗法により円弧

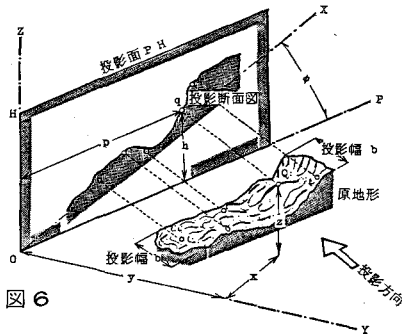
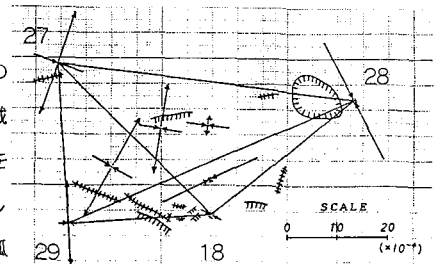
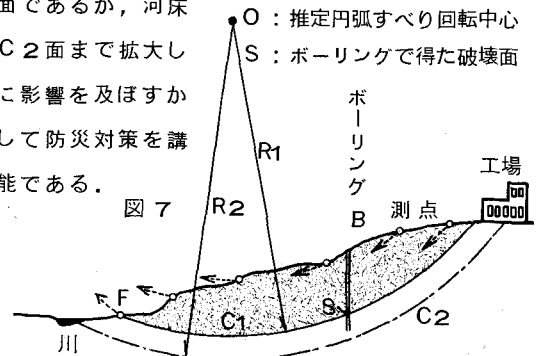


図6

すべり面の回転中心Oを求める。そしてボーリングで得られた地下すべり面の位置または地表で認知できる破壊点を境界条件に用いて、すべり面の形状を推定することができる。図7ではC1がすべり面であるが、河床の低下によりC2面まで拡大して上方の工場に影響を及ぼすかどうかを検討して防災対策を講ずることが可能である。

図7



なお、四次元データ解析として、過去から現在に至る多くの地形図や空中写真を判読することは、地形の変遷を考慮した土地利用計画の上で重要である。