

差圧計式傾斜計による斜面変動量観測について

日本大学 釜井 俊孝

榊新東京ジオシステム 山川 和美、齊藤 雅実

1. はじめに

現在、地滑り調査において斜面の傾斜変化や変形は、主として傾斜変化については水管式傾斜計、斜め変位では伸縮計による計測が広く行われている。日本における地滑りの多くは北陸・東北の日本海側に分布しており、我が山形県も地滑り地の多さでは有数の県に挙げられる。積雪期及び融雪期に於けるこれらの観測は、積雪や雪崩等の危険性があるため大変に困難な状況にある。しかし、地滑りの誘因となる最大の要因として地下水の上昇が挙げられ、その発生・進行には融雪水の地下への浸透が大きな影響を及ぼしている。このため雪国における積雪期及び融雪期の斜面変動等の観測を可能にすべく、また、空間的にも力学的にも意味のある計測結果が得られる、差圧計式ロングスパン傾斜計による観測を行い、その装置の原理・設置状況及び検証結果を示すものである。

2. 装置

2-1 原理

図1は地滑り頭部の概念図である。装置は基本的に頭部滑落崖の上下に設置された3つの容器とそれを接続するチューブで構成される。これらの容器とチューブを溶液で満たし、観測を行う。高低の変化（垂直方向変化）は、上下の液面の変化に反映され、チューブの途中に設置した差圧計により圧力差として検出される。例えば、上部容器が安定地域にあり、下部容器のみが下方に移動すると、上部容器の液面は低下し下部容器のそれは上昇しようとするため、差圧は増加する。容器が完全に剛体の場合、液面は大気に解放されている必要がある。しかし、容器が十分柔らかく、変形が許される場合は装置全体を密封することが可能である。密封型とした場合溶液の蒸発による誤差を無視でき、計測の長期精度が向上する。

2-2 観測開始時における圧力差保証機構

図2は、装置の詳細図である。差圧を利用し高低の変化を斜面上で計測する場合、最大の問題は差圧計の測定可能レンジ対し、

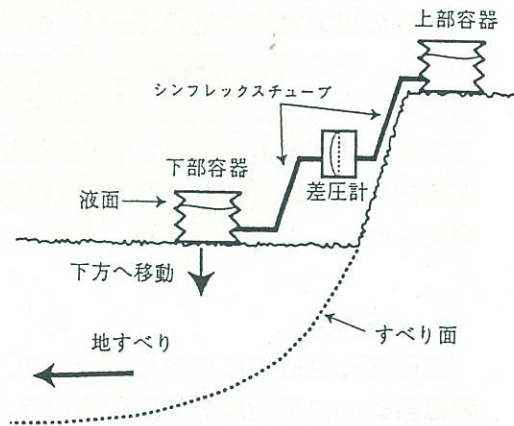


図1 装置の原理

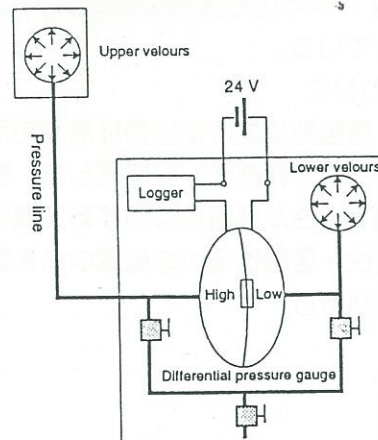


図2 装置の機構

高低差が大きいことである。そこで本装置では差圧計の低圧側にも压力容器（ベローズ）を設けた。これにより、設置時にすべての弁を解放することにより、観測開始時の斜面高に応じた圧力が下部容器に蓄えられる。弁閉鎖後に観測を開始することから、元の斜面高の影響はキャンセルされ、小容量の差圧計を観測に用いることが可能となり、精度の向上を図ることができる。

また、差圧計の構造上、装置内の圧力を均等にし観測を開始した場合、計測のレンジは落差の増加方向に限られる。落差の減少を計測する場合は、上部容器を設置地点より低い位置に移動し、その場で全ての弁を解放し下部容器に圧力を蓄える。その後、設置箇所容器を戻すことにより、移動により落差が減少する場合の計測が可能となる。

3. 装置の校正

あらかじめ、落差（垂直変位）が既知のステップに上部容器を設置し、各ステップ上における電流を測定した。図3は垂直変位量と差圧計の出力電流変化量(mA)の関係を示している。両者の関係は直線的であり、現実の斜面変動を観測する上で十分な精度(±1mm)を有していることが確認された。ここで、観測装置を設置するに当たり、当装置内部を液体（水等）で完全に満たすことは非常に難しく、少量ではあるがほとんどの場合気泡が入ってしまう。このようなことから、今回上部容器内を完全に満たしたものと、満たさないものとの比較を行った。図4は容器内の液体を100%、65%、25%、0%の状態では上部容器を移動させたときの、垂直変位量と差圧計の出力電流変化量(mA)の関係である。その結果、容器内を液体で完全に満たしたときと比べ校正係数の誤差は最大で3%程度である。従って、観測結果には、装置内に残る気泡等の影響は少ないものと考えられる。

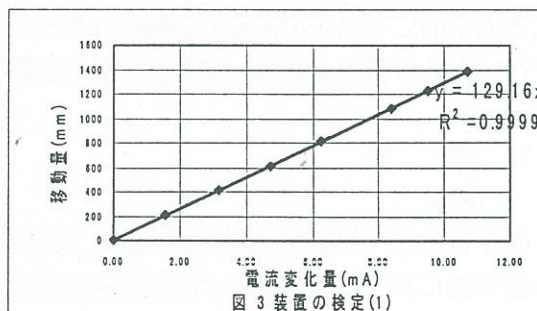


図3 装置の検定(1)

4. 設置状況

差圧変化は経路に依存しないため、本装置は原理的に積雪等の影響は受けず、積雪・融雪期に於いても地盤変動の観測が可能である。そこで今回は代表的な積雪地域の地滑り地である山形県内の某地域にて観測を行っている。

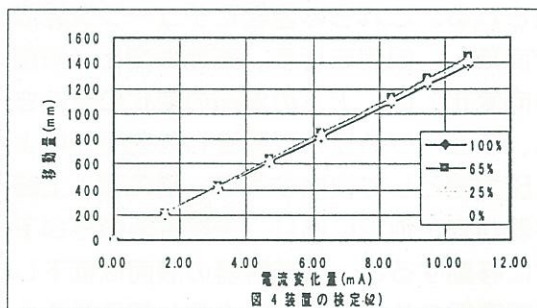


図4 装置の検定(2)

5. おわりに

積雪・融雪期における地滑り活動の計測を行うために、新しい斜面変動観測装置（差圧式ロングスパン傾斜計）を開発した。現在は実際の地滑り地にて観測を行うと共に、室内では現地で起きた問題等に関する実験を行っている。今後の課題としては長期安定性、装置の耐久性・信頼性等の未確認な点を把握し、それらの問題点を整理し、検証実験を継続する必要がある。