坑道を利用した地殻変動連続観測について

小松　信太郎

京都大学　防災研究所　技術室

1　はじめに

京都大学防災研究所付属地震予知研究センター宮崎観測所（以下宮崎観測所）は、フィリピン海プレートの沈み込み地帯であり地震活動の活発な日向灘を研究標的として、1974 年に設立された。1985 年から、7 観測点（宮崎：MYZ；槙峰：MKM；宿毛：SKM；高城：TK；串間：KM；伊佐：ISA；大隅：OSM）で構成された日向灘地殻活動総合観測線による地殻変動連続観測を開始した。観測坑道内には、地殻変動連続観測機器（以下観測機器）である伸縮計と水管傾斜計のほか、温度計や気圧計などの気象観測装置を設置している。本稿では、坑道を利用した観測の特徴、観測システム、観測機器について紹介する。

2　観測坑道

多くの観測坑道は、観測を目的として新たに山腹を掘削した観測坑道である。一部の観測坑道は、鉱山跡の坑道や防空壕跡にコンクリート巻き立てなどの安全対策を施し、観測坑道として利用している。

これらの観測坑道の長所は、温度変化が極めて小さいことである。各観測坑道によって温度に違いはあるが、年間を通してほぼ一定である。そのため温度変化による影響を受けやすい伸縮計や水管傾斜計などの観測機器は、坑道内に設置することで温度変化の影響を小さく抑えられる。さらに、より温度変化の影響を小さくするため、観測機器は坑道入口から数十～数百メートル奥に設置してある。

一方、観測坑道を利用することには、雨量の影響を受けやすいという短所もある。降雨による水分の変化と荷重により、山体は変形してしまう。そのため観測坑道内に設置された観測機器が記録するデータは、目的とする地殻変動による変化だけではなく山体変形を含んだ量となってしまう。雨による降水量の多い梅雨や台風時には、この影響が非常に大きいため、観測データを使用できないのが難点である。

図 1　宮崎観測所

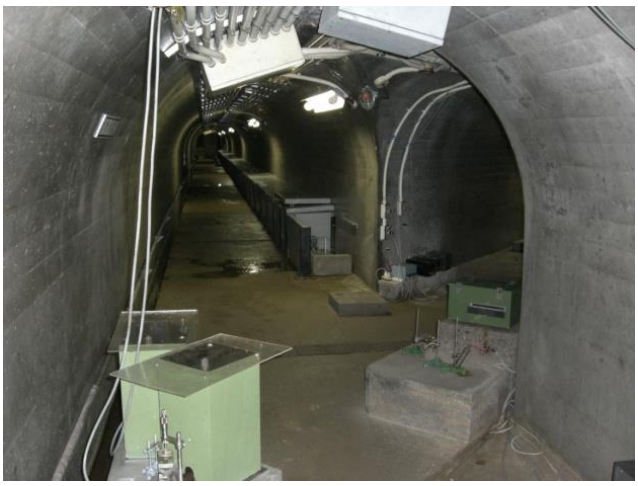

図 2　観測坑道

3　観測機器、観測システム

伸縮計は、地殻のひずみを計測する観測機器である。基準尺の一方をコンクリート固定台に固定し、自由端側の基準尺先端に取り付けたセンサで地殻の伸びを計測する（図 3）。式 1 を用い、計測結果からひずみ（ε）を求める。基準尺に熱膨張係数の極めて小さいスーパーインバー棒を使用することで、精度の高いひずみ観測を可能にしている。

水管傾斜計は、地殻の傾斜を計測する観測機器である。水管によって接続された両端にある水槽の水面の高さをセンサで計測している（図 4）。式 2 を用い、計測結果から傾斜（θ）を求める。水管内は、蒸留水で満たされており、蒸留水の蒸発を防ぐため、水槽の水面にシリコンオイルを注入している。また蒸留水の代わりに、シリコンオイルを使用している観測点もある。

図 3　伸縮計

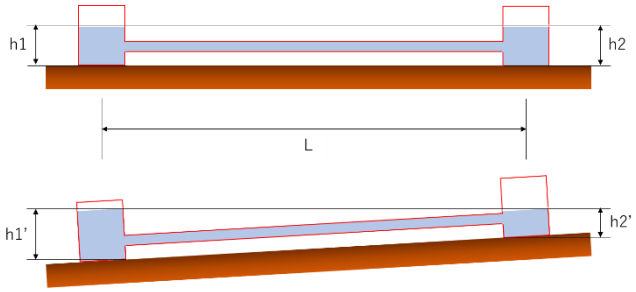

図 4　水管傾斜計

$$\varepsilon = \frac{x}{L}$$

式 1

$$\theta = \tan^{-1}\frac{(h1'-h1)-(h2'-h2)}{L}$$

式 2

計測されたデータは、坑外の観測室に設置してあるデータロガーに収録される。収録データは、10Hz または 5 秒値で記録されている。これら収録された観測データは、ISDN 回線を利用して観測所へ送信されている（図 5）。

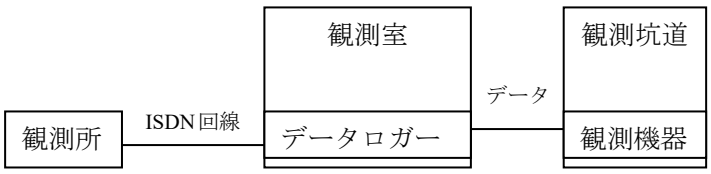

図 5　観測システム

4　終わりに

各観測坑道の観測機器は設置から長い年数が経過しているため、今後劣化による機器の故障が多数発生する可能性が高い。実際、現在でも伸縮計センサ部の故障が発生している。機器の修理作業には、新たな部品製作やセンサ交換等が必要になる。これらの作業を適切に実施するためには、地殻変動連続観測に求められる計測精度についての知識を深め、機械加工の技術を向上させることが望まれる。

さらに担当技術職員が交代しても類似の作業が円滑に継続できるように、設計図や作業記録を第三者が見ても分かる形で残しておくことも重要である。