

[18]

沖縄県の堆積軟岩地帯におけるデジタル地盤傾斜計による動態観測事例

中央開発株式会社 溝渕 年哉

1. はじめに

地表の微細な動きを捉えるため、各社が地盤傾斜計を開発・販売している。従来型の水管式¹⁾(アナログ方式)に対し、近年のものは多様なセンサー・データロガー・通信装置を備えたデジタル的な方式となっている(図-1)。このデジタル式の地盤傾斜計はアナログ式に比べ、

- 設置が容易である
- 観測値を数値データとして大量に記録できる
- Web上でモニタリングできる

といった利点が挙げられる。

沖縄県下においてもデジタル式の地盤傾斜計による動態観測が徐々に行われるようになってきた。今回は、筆者が沖縄県下の堆積軟岩地帯で行った観測事例を基に、その適用性や留意点、今後の展望について考察する。

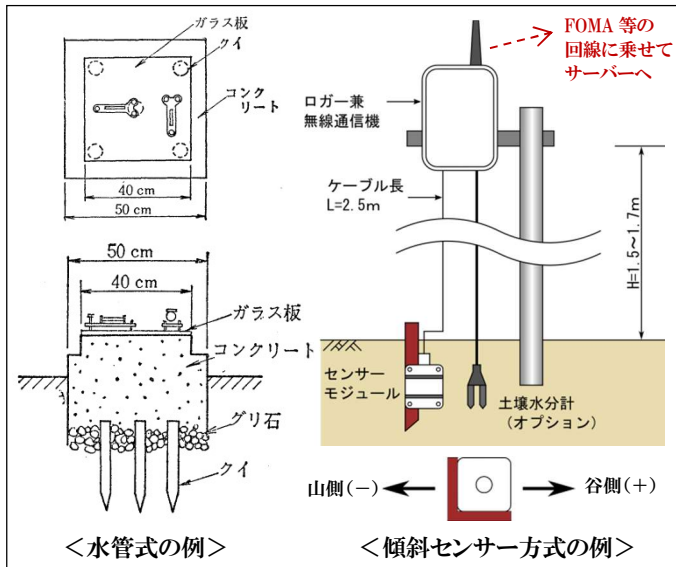


図-1 地盤傾斜計の種類

2. デジタル傾斜計による動態観測事例

沖縄本島中部～南部に広く分布する島尻層群は新第三系の堆積軟岩であり、主に泥岩と砂岩よりなる。特に泥岩は乾湿繰り返しに弱く、切土法面も切土直後から急速に劣化し土砂状化する。また、台風通過時や梅雨時期等の大雨で表層崩壊や地すべりも頻発する。土木地質的に問題を有する地質である。

主に島尻層群分布地帯の斜面对策を検討する際、筆者は動態観測の一貫としてデジタル傾斜計を斜面に設置し、経時観測を行っている。傾斜計のグラフ形状を分類すると、次のように分けられる。

- 凹凸型；降雨(乾湿)で大きく変動するタイプ
 - 定向型；一定方向に傾斜していくタイプ
 - 平坦型；傾斜がほぼ認められないタイプ
- 代表的な5地点の観測諸元を表-1に、観測結果を近傍の

気象庁観測降水量²⁾とともに図-2に示す。

表-1 観測地点諸元及び結果一覧

エリア名	地点番号	地質名	風化区分	色調	傾斜計の平均傾斜角(度/月)	グラフ形状
A地区(沖縄本島中部)	K-1	島尻層群・泥岩	風化部	灰褐色	-0.08	凹凸型
B地区(沖縄本島中南部)	傾-2	島尻層群・泥岩	風化部	灰褐色	+0.05	凹凸型
	傾-4	島尻層群・泥岩	弱風化部	灰色	-0.04	定向型
	傾-5	島尻層群・泥岩	風化部	黄褐色	+0.01	平坦型
C地区(沖縄本島南部)	DS-1	島尻層群・泥岩	風化部	褐灰色	+0.14	定向型

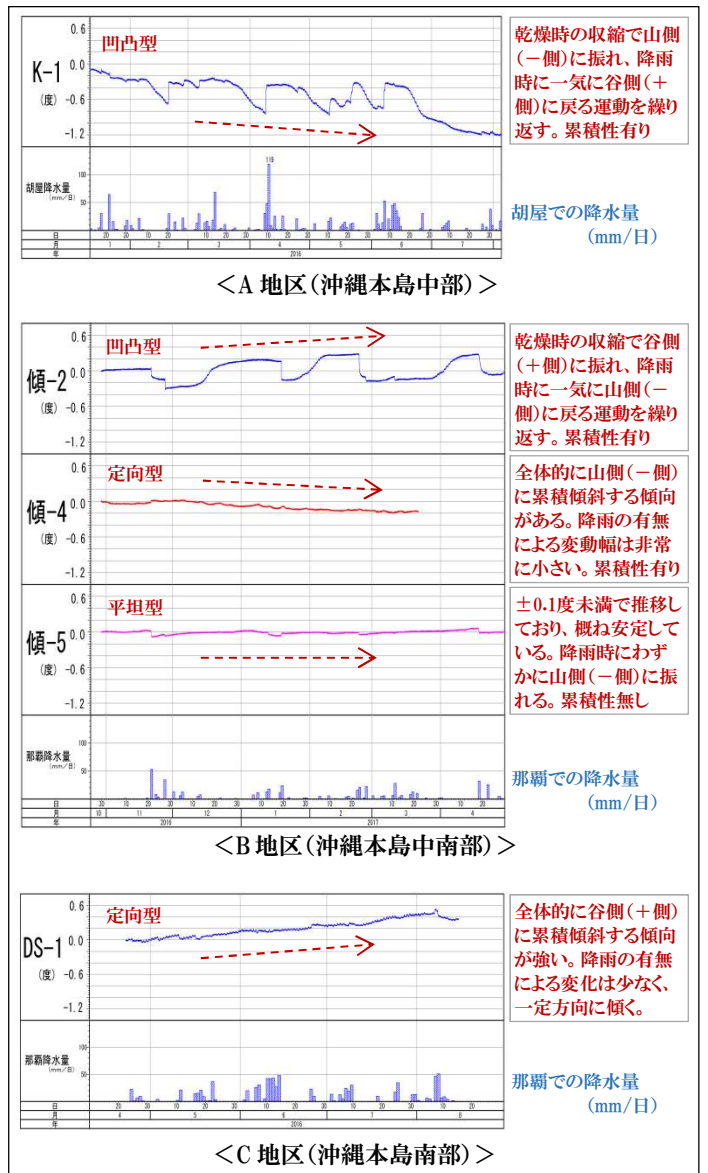


図-2 デジタル傾斜計の経時グラフ(角度、降水量)

3. 他の動態観測結果との比較

前出したデジタル傾斜計の動きと、他の計器による動態観測結果との相関性を表-2に整理した。

表-2 他の計器による動態観測との相関性

地点番号	傾斜計の平均傾斜角(度/月)	グラフ形状	他の計器による動態観測結果との比較	他の動態観測結果と傾斜計との連動性
K-1	-0.08	凹凸型	・他の動態観測は行っていない。 ・傾斜計設置箇所を見に行く度に、傾斜計近傍の切土法面で肌落ちが認められた。 ・現地状況を見た結果から、傾斜計と実際の斜面の動きはリンクしているものと推定される。	有り
傾-2	+0.05	凹凸型	・傾斜計の近傍に設置したパイプ歪計において、GL-1m、2mの歪が最大45 μ /月の変位(引張方向)を示した。歪の累積性有り。変動種別D~Cと評価。 ・傾斜計と歪、さらに伸縮計とが明瞭に連動している。 ・斜面上方の動きは傾斜計設置箇所まで達し、斜面が帯化して不安定となっているものと推定される。	高い
傾-4	-0.04	定向型	・傾斜計の上方斜面に設置したパイプ歪計において、GL-1mの歪が25 μ /月の変位(引張方向)を示した。歪の累積性やや有り。変動種別D~Cに準ずると評価。 ・傾斜計と歪との連動性は低い。 ・斜面上方の動きは傾斜計設置箇所まで達しておらず、別の表層崩壊が起こりつつあるものと推定される。	低い
傾-5	+0.01	平坦型	・傾斜計の近傍に設置したパイプ歪計において、ほとんど歪の変化は無く、変動種別Dと評価。 ・傾斜計と歪は両者ともほぼ動きがなく、連動しているかどうか不明瞭。 ・斜面上方の動きは傾斜計設置箇所まで達しておらず、斜面下方は安定した状態にあるものと推定される。	不明瞭
DS-1	+0.14	定向型	・傾斜計の上方、側方、下方に設置した3箇所抜き板においていずれも2mm/月の変位(引張方向)が認められた。2点間距離の累積性有り。変動種別Dと評価。 ・傾斜計との連動性は高く、斜面全体の動きを傾斜計も感知している。 ・早急な対策が必要な不安定な状態にあると推定される。	高い

これを整理すると、他動態観測との連動性を示したデジタル傾斜計の観測記録は次のものであった。

- 月当りの傾斜角 (=平均傾斜角) が0.05度/月以上
- 凹凸型のグラフ形状
- 定向型のグラフ形状 (一部)

このように他動態観測との関係性も認められたことから、“島尻層群泥岩の表層崩壊等の動きを、デジタル傾斜計でも捉えることができる”と判断される。

4. 他のパラメータとの相関性

観測された傾斜角やグラフ形状は、デジタル傾斜計を設置する地点によって異なりを見せていた。このことについて、他パラメータと比較を行いその理由を考察した。

今回比較したのは、粒度組成、鉱物含有量推定に用いる石英指数、塩基置換容量 (以後、CEC と呼ぶ) である。

各試験は、原位置でダブルスコップにて採取した試料を用いた。粒度組成は「JIS A 1204」³⁾、石英指数は「X線分析(粉末回折法)」⁴⁾と「地熱井コア・スライムの定量記載」⁵⁾、CECは「セミマイクロ Schollenberger 法」⁶⁾によった。

これらパラメータと、傾斜計の平均傾斜角(度/月)とを比較すると、次のような関係性が認められた。

- 粘土分と平均傾斜角 → 弱い正比例の関係
- 砂分や石英含有量と平均傾斜角 → 反比例の関係
- 石英指数と平均傾斜角 → 反比例の関係
- CEC と平均傾斜角 → 正比例の関係

粘土分やCECが多いと膨張・収縮が大きくなり、それが平均傾斜角の大きさとなってデジタル傾斜計で検出されているものと推定される。

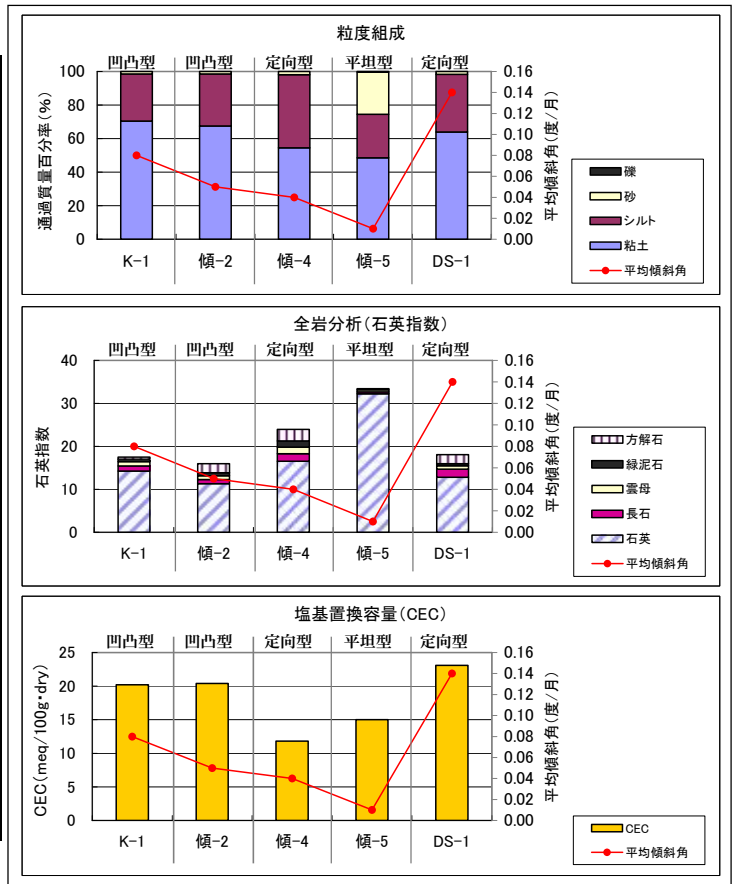


図-3 他パラメータとの比較図

5. おわりに

以上のことから、堆積軟岩地帯の斜面動態観測の一手法としてもデジタル傾斜計は有用であると考えられる。

デジタル傾斜計をより有効に使用するため、堆積軟岩地帯において次のような使用方法を提案する。

- ①地形判読、地質踏査結果等から斜面崩壊ブロック抽出。
- ②斜面から表層土を採取しCEC試験や粒度分析を実施。
- ③CEC や粘土分が多い箇所優先的にデジタル傾斜計を設置・観測。
- ④変動傾向(例えば平均傾斜角0.05度/月以上や凹凸型グラフ等)が認められた斜面から詳細調査を開始。

今後、さらにデジタル傾斜計での観測データ等を蓄積し、有効な活用方法の提案・実践を通して、国民の安全・安心な社会構築の一翼を担っていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 藤原明敏著:地すべり調査と解析(改訂版), p.72, 1994.10.
- 2) 気象庁:過去の気象データ, 沖縄県那覇及び沖縄県那覇, 2016.1~2017.4. <http://www.data.jma.go.jp> (確認日:2017.5.15.)
- 3) 日本工業規格:土の粒度試験方法(JIS A 1204:2009), pp.115~123, 2009.11.
- 4) 社団法人地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説(改訂第2刷), p358, 2010.12.
- 5) 林正雄:地熱学会誌 vol.1 no.2, p.103~116, 1979.11.
- 6) 日本土壌肥料学会:土壌環境分析法, p.208, 1997.6.