

[2]

小径型パイプ歪計の実用に関する事例紹介

㈱エーティック ○ 中村 健太、工藤 忠

1. はじめに

地すべりの観測には、一般的にパイプ歪計が使用される。パイプ歪計は、わずかな地中の変動も捉えることができ、すべり面の位置を判定する際に大きな判断材料になる。

しかし、経年劣化により絶縁抵抗不良による計測値の信頼性の低下や、測定範囲を超える場合の断線リスクがあり、欠測の発生が懸念されている。再計測には、新たにボーリング孔を掘削し、計測器を再設置しなければならない。これにはコストと時間を必要とする。

これらの課題に対応する手法として、既設パイプ歪計に小径型パイプ歪計を入れ、観測体制を維持する方法がある。

今回の事例は、設置から5年経過した既設のパイプ歪計(VP40)が耐用年数(2~4年)を超えたため、小径型パイプ歪計(VP25)の運用を実施した。両方の歪計を同時に計測して、計測結果を比較し、実用に関する留意点を報告する。

2. 各パイプ歪計

(1) パイプ歪計の概要

パイプ歪計は、パイプ中央部に貼り付けている歪ゲージの抵抗値の変化を歪値として計測するものである。地すべり位置や活動状況を確認することができ、複数孔に設置することで周辺の地すべりブロックの挙動を把握することができる。またパイプに地下水が流入するよう加工し、管内に水位計を設置することで、同孔位置の水位変動も同時観測ができる。

(2) 小径型パイプ歪計の概要

小径型パイプ歪計(以降小径型と称す)は、既設のパイプひずみ計(以降既設型と称す)に挿入し、パイプ間に乾燥砂等の充填を行って、一体化させるものである。

(図-1 参照)

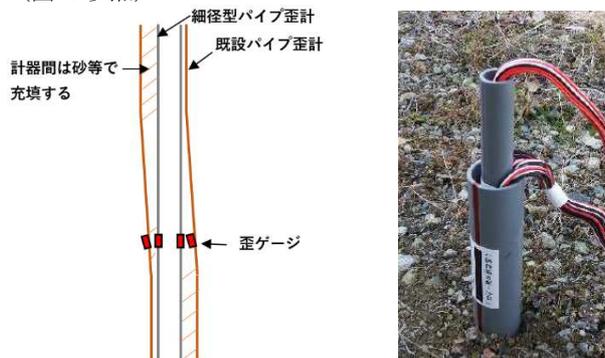


図-1 パイプ歪計概要図

小径型は、パイプ径の違いから、貼り付けているゲージ間隔が狭くなり、同じたわみ量でも、出力される歪値

には感度の違いが発生する。このため計測後に感度補正をする必要がある。

(3) 小径型パイプ歪計の室内実験報告

小径型の使用にあたり、感度補正を行うため、室内実験を行った。写真-1に実験状況を示す。



写真-1 室内実験状況

室内実験では、VP40のパイプ歪計の中に、VP13、16、20、25の各口径のパイプ歪計を設置し、隙間を砂で充填してVP40と一体化させる。水平に置いたパイプ歪計に対し上部から載荷するため、歪ゲージが上部になるよう台座に固定し、5kgまで1kg毎に加圧する。VP40のパイプ歪計計測値を基準とし、各口径のパイプ歪計の出力値と比較し、1~5kgの平均感度値を補正值として採用した。表-1に管径毎の平均感度を示す。¹⁾

表-1 管径毎の平均感度

加重kg\管径	VP13	VP16	VP20	VP25
1	34%	40%	43%	54%
2	34%	39%	41%	56%
3	33%	39%	40%	54%
4	33%	39%	40%	55%
5	33%	39%	40%	54%
感度平均	33%	39%	40%	55%

※水位計設置可能径はVP20以上となる

以上の結果から、平均感度が高く、水位計設置可能な口径であるVP25を実用化する小径型パイプ歪計として採用した。

3. 計測結果

(1) 両計器の経時計測結果

現地の観測孔1、2の計測結果と気象データ²⁾を図-2に示す。グラフ内の赤線は既設型(VP40)、緑線は小径型(VP25)を示す。

小径型は2018年9月から計測を開始し、両計測器共に融雪期に大きく変動する傾向が得られた。特に積雪量が

多い2018年では観測孔1で2395 μ 、観測孔2で4931 μ となり、例年の約3倍以上の出力値となった。このことから、積雪量と、歪量は強い関係性を持つことが示唆される。

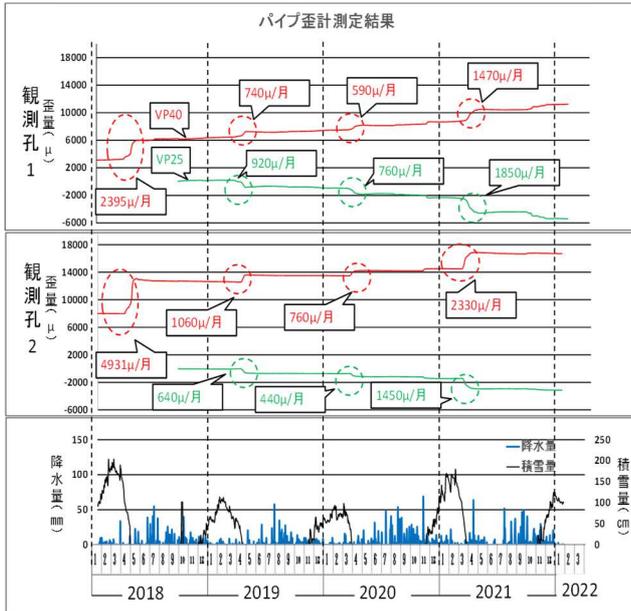


図-2 計測結果

(2) 既設型と小径型の感度比較

次に現地で計測した既設型と小径型の感度比較結果について述べる。歪変動が大きい融雪期（3～5月）を比較対象とし、既設型の計測値を基準として小径型の感度を算定した。計測結果を表-2に示す。

表-2 歪計の感度比較表

観測孔	深度 (m)	孔径	2019年度 (3~5月)		2020年度 (3~5月)		2021年度 (3~5月)	
			歪量 (μ /月)	感度 (%)	歪量 (μ /月)	感度 (%)	歪量 (μ /月)	感度 (%)
観測孔 1	19	VP40	740	124%	590	129%	1470	126%
		VP25	920		760		1850	
既設孔に対する感度：126%								
観測孔	深度 (m)	孔径	2019年度 (3~5月)		2020年度 (3~5月)		2021年度 (3~5月)	
			歪量 (μ /月)	感度 (%)	歪量 (μ /月)	感度 (%)	歪量 (μ /月)	感度 (%)
観測孔 2	17	VP40	1060	60%	760	58%	2330	62%
		VP25	640		440		1450	
既設孔に対する感度：60%								

観測孔1では、小径型の歪量が既設型の歪量を上回り3年間の平均感度が126%となった。しかし、既設型より内側に設置した小径型の歪量が上回る結果は、室内実験値の傾向と異なるため、補正值として利用するには留意しなければならない。

観測孔2は大きなばらつきもなく3年間の平均感度が60%となった。室内実験の平均感度との差も小さく、高い再現性を得ることができた。

4. 小径型パイプ歪計の課題

パイプ歪計の感度の精度について、観測孔1では室内実験とは異なる結果となった。以上の結果から小径型の課題を記載する。

(1) 内外のパイプ設置位置誤差

歪量が上回った要因として、内外のパイプ歪計の設置深度誤差が影響した可能性がある。既設型のひずみ計は設置深度が正確に把握できないため、今回設置した小径型の歪計の位置とズレが生じていた可能性がある。

図-3のように既設型が曲がっていなければ室内試験の結果と同様となるが、既設型は、すでに曲がっており、小径型との距離の違いが感度誤差に影響する。

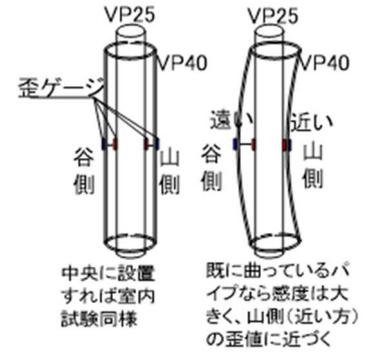


図-3 パイプ歪計の設置状況

(2) 累積歪量による影響

既設型は累積歪が発生した状態から観測を開始していくため、小径型のように歪が発生していない計器と比較して外圧による変形量に差が生じる可能性がある。この点が今回室内実験で比較した結果と異なる点である。

今後は既設型の状況に応じた検証が必要であり、例えば、歪量の大きさと感度の違いの比較や、ばらつく条件を絞り込む分析方法も有効である。

(3) パイプ歪計のゲージ劣化

外側（既設型）のパイプ歪計は経年劣化により、ゲージ劣化し、観測値が正しく出力されない可能性がある。今回掲載できなかったパイプ歪計（既設型）の中には、設置から5年未満であっても、特定の深度で劣化による異常値が確認された箇所もある。

5. 結論

今回の事例紹介では、小径型を現場で使用した際の、室内実験との感度比較を行った。当現場においては、既設型との同時計測を行っているため、感度の違いを把握した上での運用が可能であった。一方で、同時計測を行えない場合は、感度の違いを評価することができないため、運用には注意が必要である。今後は上記の課題解決や、現地実績の蓄積、さらなる工夫に取り組み再現性の高いデータ取得に向け、検証を加えていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 実験データ：株式会社東京電機
- 2) 気象庁ホームページ
(<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.hp>)