

幌延深地層研究所施設工事における高精度傾斜計データの分析

大成建設(株) 正会員 ○井尻 裕二, 羽出山 吉裕, 名合 牧人, 亀村 勝美
 (株)地層科学研究所 正会員 里 優, 非会員 佐ノ木 哲
 日本原子力研究開発機構 非会員 國丸 貴紀

1. はじめに

幌延深地層研究計画では、坑道掘削時の調査研究段階へと研究段階が移行し、研究所敷地内および周辺の地表面近傍に高精度傾斜計が設置され、立坑掘削などに伴う岩盤の変形挙動や地下水流れの変化の連続モニタリングを実施している。本論では、高精度傾斜計により得られたデータに対し、地震や地上での重機の移動などの短期的な周波数の高いノイズと気圧や潮汐に起因した周波数の低いノイズの除去を行った後に、立坑掘削の進行との比較を行い、傾斜が生じる要因について分析を行った。

2. 計測概要

傾斜計は、研究所敷地内の換気立坑の中心からほぼ同心円状に9本(PIN1~9, 最短距離約18m, 最大距離約96m), 立坑掘削の影響が及ばないと考えられる約930m離れたHDB-8孔の用地内に1本(PIN10)の計10本、間隙水圧計は、敷地内に2本設置した(図-1参照)。傾斜の計測にはPinnacle社製 Series 5000 Tiltmeter(分解能 10^{-9} ラジアン)を用い、設置深度は30m、計測間隔は1分とした。計測では、直交する南北および東西の2方向の傾斜角が測定され、その計測結果をもとに真北から時計回りの角度を表す傾斜方位角と鉛直からの総合傾斜角を算出する。

3. 計測データのノイズ除去

高精度傾斜計データの分析には2007年4月1日から2008年2月26日までのデータを用いた。計測データに含まれる地震や重機の移動に伴う比較的周波数の高いノイズに対しては、1分間の変化が $0.1\mu R$ を超える変化はノイズとみなして、発生したズレの前後のデータを平行移動して合致させる平滑化手法によりノイズを除去した。さらに、計測データに含まれる気圧や潮汐に起因した時間遅れを伴う長期的な周波数の低いノイズに対しては、データ解析プログラム Baytap-G¹⁾

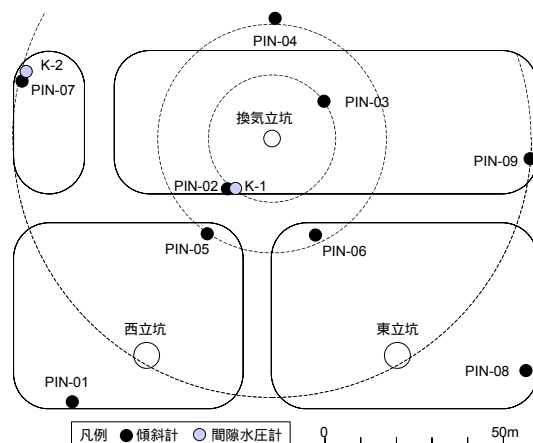


図-1 傾斜計・間隙水圧計配置図

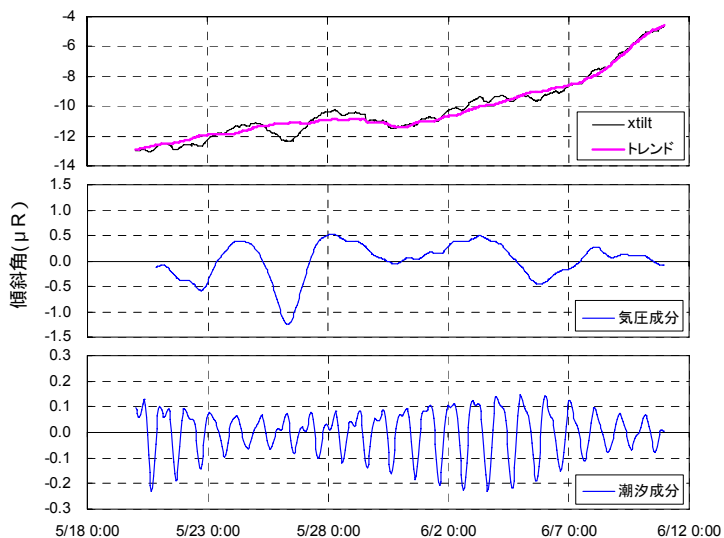


図-2 傾斜の成分分離結果(PIN5)

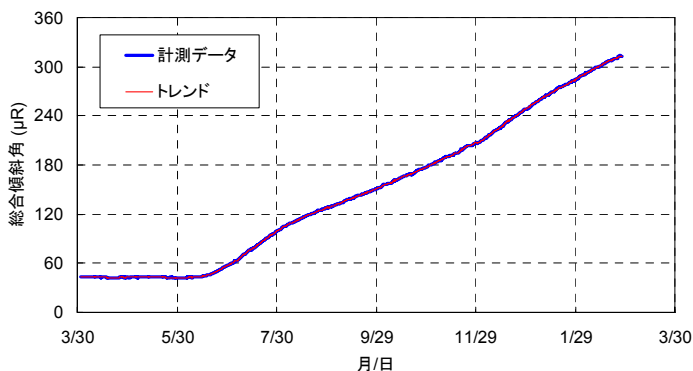


図-3 総合傾斜角の計測データとトレンド(PIN5)

キーワード 高精度傾斜計, 堆積岩, 岩盤挙動, モニタリング, Baytap-G

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) TEL 03-5381-5315

を用いてノイズの除去を行なった。すなわち、図-2 に示すように東西方向の傾斜を表わす x_{tilt} に対して気圧および潮汐成分を除去することによってトレンド成分が得られた。この結果より、期間全体で見ると気圧および潮汐の影響による傾斜量は、全体の傾斜量を表すトレンド成分に比べて小さいことがわかる。なお、気圧データは、気圧計による実測値、潮汐データは tide4²⁾により求めた。

4. 立坑掘削と傾斜の関係

PIN6 の総合傾斜角と換気立坑、東立坑の掘削深度との関係を図-4 および図-5 に示す。これらの図より、PIN6 の総合傾斜角には、換気立坑の掘削が6月1日に再開された7日後に増加の傾向が見られ、東立坑の掘削が8月26日に再開された13日後に明確な減少の傾向が見られた。さらに、東立坑の掘削が11月18日に再開された12日後にも明確な減少の傾向が見られた。すなわち、換気立坑と東立坑の間に位置する PIN6 の総合傾斜角は、換気立坑の掘削により時間遅れを伴って増加し、東立坑の掘削により時間遅れを伴って減少するという傾向を示している。

敷地内に設置された傾斜計位置図と傾斜ベクトル図(4月1日を0とした総合傾斜角の傾斜方向に沿った軌跡)を図-6 に示す。立坑から十分離れた PIN10 の挙動は、計測期間中最大でも $10 \mu R$ 程度しか動いていないのに対して、立坑周辺の傾斜計 PIN1~8 では、約 $60 \sim 300 \mu R$ 以上の動きがあり、PIN4 と換気立坑と東立坑の間にある PIN6 を除いて立坑に近いほど傾斜量が大きく、掘削中の立坑に向かって傾斜するという傾向がわかった。なお、PIN9 は計測孔内に一時水の浸入が確認されデータの精度が疑われたため、本検討からは除外している。

5. まとめ

幌延深地層研究所敷地内に設置されている高精度傾斜計は、気圧及び潮汐の影響を捉えており、高い精度で計測が実施されていることがわかった。また、敷地内全体の傾斜計は、掘削中の立坑方向に時間遅れを伴って傾斜する傾向が認められた。この原因としては、掘削に伴う岩盤の時間依存性の挙動や地下水位の変化などが考えられる。今後は、傾斜計の計測を継続するとともに、周辺地下水位データとの対比や岩盤物性の評価などを通じて掘削に対する傾斜応答の時間遅れのメカニズムなどについて検討を行なっていく予定である。

参考文献 1)赤池ほか：統計科学選書 4 時系列解析の実例，朝倉書店，1995。 2) Ishiguro M. et al.: Proc. 9th Int. Sym. on Earth Tides, New York, p.283-292, 1981.

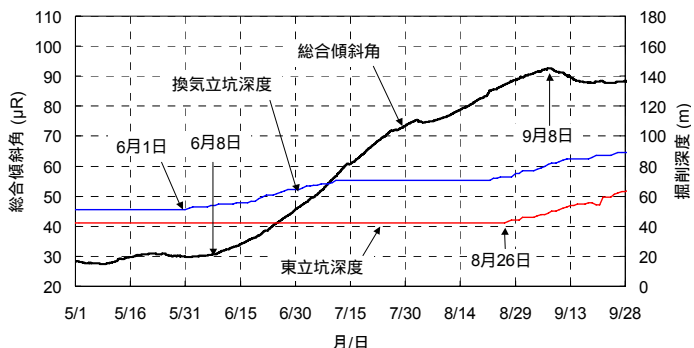


図-4 立坑掘削深度と傾斜変化 (PIN6, 5月~9月)

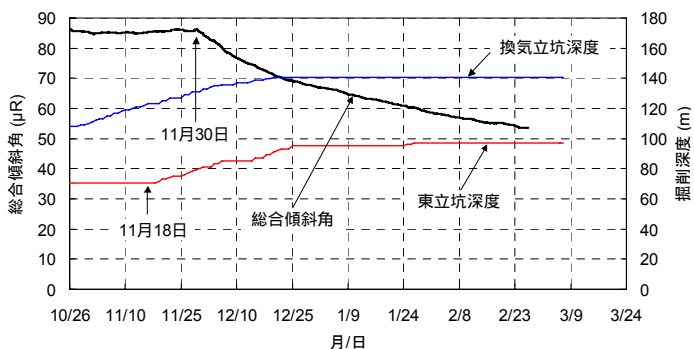


図-5 立坑掘削深度と傾斜変化 (PIN6, 10月~3月)

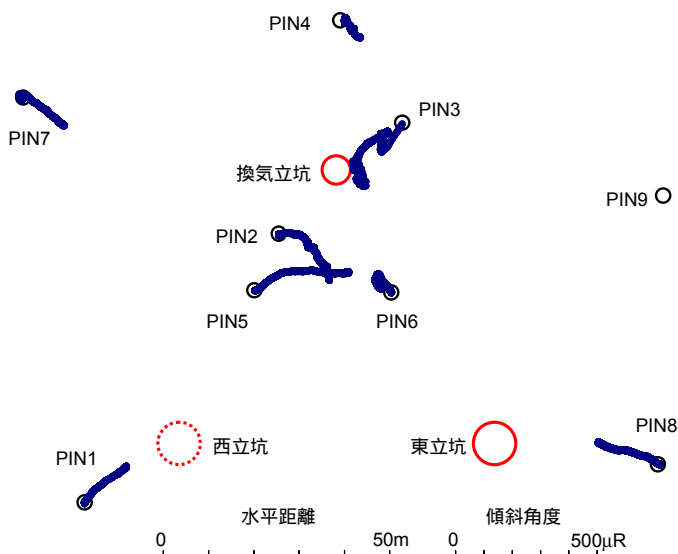


図-6 立坑・傾斜計位置および傾斜ベクトル図