# 高精度傾斜計による応力 - 水連成岩盤挙動のモニタリング

井尻 裕二,羽出山吉裕,名合 牧人 大成建設(株) 正会員 (株)地層科学研究所 正会員 里 優,非会員 佐ノ木 哲,菅原健太郎

### 1.はじめに

幌延深地層研究計画においては,地表面近傍から地下深部 の岩盤および地下水の挙動を捉える技術を開発することを目 的として,図-1に示すように敷地周辺の地表面近傍に高精度 傾斜計を設置し, 立坑掘削などに伴う岩盤変形挙動のモニタ リングを実施している.これまでの計測および解析結果から, 立坑周辺の岩盤挙動は,掘削に伴う弾性的な挙動ではなく, 地下水の排水に伴う圧密変形挙動に起因し, 地表面近傍は立 坑方向に傾斜することがわかっている<sup>1,2)</sup>.本論では,掘削の 工程を反映した3次元応力 - 水連成解析を実施して,傾斜計 計測結果との対比を試みたので、その結果について報告する.

#### 2.3次元応力 - 水連成解析

解析は、現在掘削中の換気立坑と東立坑を結ぶ直線を対称 面とした図-2 に示す 370m×150m×350mの矩形領域を対象 とした.岩盤は,均質な弾性体と仮定し,既往の岩石試験お よび解析結果に基づいて表-1 に示す物性値を設定した.初期 条件は、静水圧分布とし、境界条件は、地表面は変位自由の 間隙水圧 0 固定,側面は水平変位固定の不透水境界,底面は 鉛直変位固定の不透水境界,立坑壁面は覆工打設前は変位自 由で覆工打設後は水平変位固定の大気圧境界,水平坑道壁面 は変位自由の大気圧境界とした.等方の初期応力を与えた後, 図-3 に示す実際の掘削速度と工程を反映して換気立坑は深度 -250m, 東立坑は深度-140m まで 4m 毎に掘削と覆工打設を 繰り返した. 傾斜角度は, 解析モデルの深度 30m 0

に設置されている各傾斜計位置の節点に隣接する 4辺の外積の平均値から算出した.解析には,解析 コード FLAC3D を用いた.

表→1 解析用物的	生値
-----------	----

パラメータ	設定値
弾性係数[MPa]	100.0
ポアソン比[-]	0.2
単位体積重量[kN/m³]	15.0
透水係数[m/s]	5.0×10 <sup>-10</sup>
スケンプトン B 値[-]	0.8



図-3 掘削工程および掘削速度

キーワード 高精度傾斜計,応力-水連成解析,幌延深地層研究所,堆積岩,立坑掘削 連絡先 〒163-6009 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設(株) TEL 03-5381-5315

250

200

150

50 ユゼ

0

Ĵ

水平坑道掘進長

. E 100

掘削深度(

600

500

<u>م</u> 400

如 鍵 200

100

0

600

500

<u>م</u> 400

如 綻 200

100

600

500

<u>م</u> 400

稾 第 300

如 鍵 200

100

0

章 300 第

## 3.解析結果と実測値の比較

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,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し, 敷地内に設置された傾斜計位置図と傾斜ベクトル 図(2007年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-4 に示す.立坑から約 930m離れた PIN10の挙動は,計測期間中最大で も10µR 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60~300µR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.

総合傾斜角の経時変化および傾斜 ベクトルの解析結果と実測値を図-5 に示す.これらの結果より,解析結 果は,実測値とほぼ同じような挙動 を示すことから,傾斜計により測定 された岩盤の変形挙動は,地下水の 排水に伴う岩盤の圧密変形挙動に起 因していることが示された.

#### 4.まとめ

地表面近傍に埋設した高精度傾斜 計により施設建設に伴う敷地周辺の マクロな岩盤の変形挙動を捉えるこ とができ,かつ応力-水連成解析に よりその変形挙動をほぼ再現するこ とができた.高精度傾斜計は,岩種 にかかわらず<sup>3)</sup>地下水挙動のモニタ リングに非常に有効であることが確 認できた.今後は,下位の稚内層で の掘削影響や高透水帯での湧水影響 について検討を進める予定である.

参考文献 1)井尻ほか:土木学会第 63回年講,pp.269-270,2008.2) 羽出山ほか:土木学会第63回年講, pp.271-272,2008.3)成川ほか:土 木学会論文集 C,Vol.65,No.2, pp.442-455,2009.

