

多深度間隙水圧測定システムの改良事例

(株)ダイヤコンサルタント ○平 裕人, 中田 充彦

1. はじめに

近年、我が国では科学技術の発展及び地下利用の高度化に伴い、道路や鉄道の長大トンネルに代表される大規模な地下構造物の建設事例が増加しているが、建設によって地盤の地下水流動が変化し、井戸枯れや天然由来の重金属の拡散による地下水汚染等の発生が懸念される¹⁾。

これらを未然に防ぐため、着工前に現地調査や対策工の検討が行われるが、地下水流動の詳細な把握には地層または帯水層ごとの間隙水圧測定が有効である。地層または帯水層ごとの測定には、以下の方法がある²⁾。

- ①深度ごとに削孔し、各孔の水位を測定する方法
- ②単一孔で深度ごとに水圧計を埋設する方法
- ③多深度間隙水圧測定システム(以下本装置と呼ぶ)を用いた方法

①は測定区間が増えると削孔費用が高くなること、②は水圧計故障時に交換が不可能なことが欠点である。一方、③は装置費が比較的高額ながら、深層地盤で多深度測定の場合、単一孔で測定可能なことから総合的に安価となる場合もある。③の内、本装置は水圧計の交換も可能である。

本件では、本装置について装置の低コスト化を行い、鉱山跡地調査で実施した事例を紹介する。

2. 本装置の特徴

図-1は本装置の概念図であり、単一孔で多深度の間隙水圧が測定可能な装置である。本装置はピエゾメータ方式を採用しており、手ばかり水位計を用いた水位の実測、及びベラーを用いた原位置地下水の採取が可能である。また、水位センサーとデータロガーを用いて間隙水圧の長期連続測定が可能で、センサー設置位置は測定深度ではなく地下水面付近でも良いため、フルスケールの小さい製品を用いて水位を精度良く測定できる。

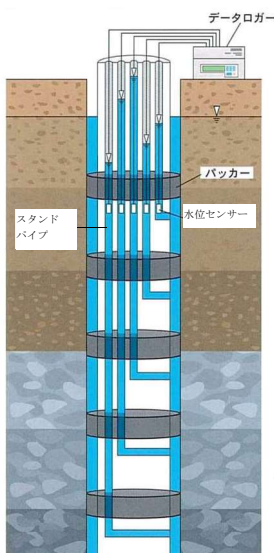


図-1 本装置の概念

3. 本装置の改良内容

本改良では、従来の装置の技術的長所を活かしつつ、価格競争力を向上させることを目指した。主な改良点は以下の2点である。

1点目は、装置構造の改良である。従来、3測点以上の場合は図-2の左図に示す外管で装置全体を支える二重管構造であったが、図-2の中図に示す1本のステンレス製スタンドパイプで装置全体を直接支える一重管構造とした。これにより、ステンレス製の外管を廃して装置の簡素化及び低コスト化に成功した。

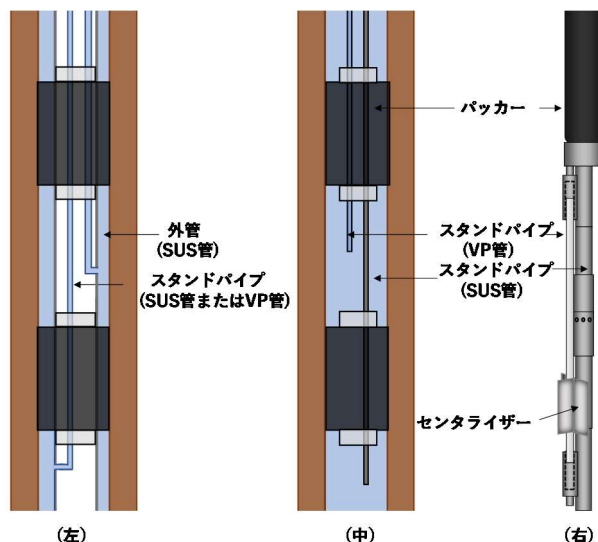


図-2 構造模式図

2点目は、スタンドパイプの改良である。外径10mmの小型ベラーを新たに製作し、外径11mmの小型水位センサーを用いることで、スタンドパイプの小径化が可能になった。この小径化で、ボーリング孔径を拡大せずに測点数を増やすことが可能となり、測定の自由度が増す。

さらに、装置全体の荷重が加わらない管については、安価な塩ビ管(VP管)に統一し、材料の低コスト化に成功した。しかし、塩ビ管はたわみが生じ易く、水位センサーの設置等に支障をきたすことが懸念されたため、図-2の右図に示すセンタライザーを数m程度の間隔で装置に加え、管のたわみを抑制した。

図-3に装置断面図を、表-1に主要構成部材をそれぞれ示す。上記の改良の結果、径86mmの孔で4測点の間隙水圧測定及び採水が可能となった。

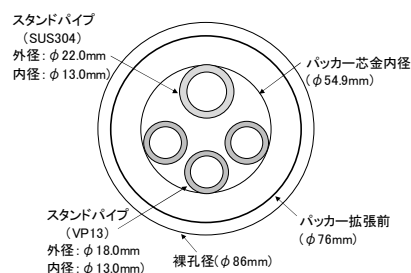


図-3 本装置の断面図

表-1 本装置の主要構成部材

構造	部品	仕様等
システム本体	パッカー	外径φ76mm 適応孔径φ86mm～φ106mm
	スタンドパイプ	VP13、外径φ18mm内径φ13mm
	センタライザー	70×200mm、ステンレス製
	水位センサー	外径φ11mm 測定範囲0～2MPa、絶対圧計
	データロガー	最大チャンネル数4点、 電源DC12V
採水装置	小型 ベラー	外径φ10mm、内径φ9mm 有効長200mm、300mm

4. 現場適用事例

鉱山跡地周辺を対象とした地下水浸透流解析結果の妥当性を確認する目的で、本装置を用いた間隙水圧の長期連続測定を実施した。調査位置は、解析領域で実測データが存在しない箇所とし、深度185m、径86mmの調査孔を掘削した。掘削中の翌朝水位は、掘進深度が100m程度までは深度5m付近に位置していたが、深度106mの亀裂を掘削したところ、逸水が発生して深度90m付近まで水位が低下した。その後、掘削が進むに従って水位は再び上昇し、深度20m程度で安定した。

調査結果から深度20m付近及び深度60m付近に地質境界が、深度165m付近に断層がそれぞれ認められた。この結果により本装置による間隙水圧測定区間は、上記の水理及び地質的に特徴のある箇所を測定区間を区切ることを基本とし、これにパッカーの拡張可能な深度の検討を加えた結果、測定区間は以下の通りとなった。

- ・ 区間1：GL-30.0m～GL-57.1m
- ・ 区間2：GL-58.1m～GL-105.0m
- ・ 区間3：GL-106.0m～GL-164.0m
- ・ 区間4：GL-165.0m～GL-185.0m

図-4に本装置による間隙水圧長期連続測定結果を、図-5に本装置による実測値と地下浸透流解析結果との比較図をそれぞれ示す。図-5から、解析結果は区間4以外では実測値と概ね整合しており、現場状況をよく再現している。区間4の差が比較的大きいのは、付近に坑道が存在し、かつ解析モデルに坑道を加えていないためと推察される。

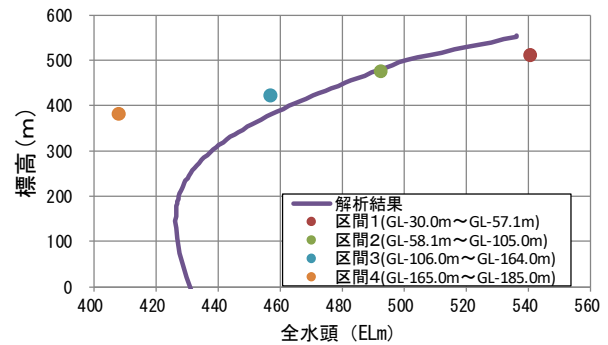


図-5 全水頭の実測値と解析値の比較図

本装置設置から2ヶ月程度経過後、鉱山跡地周辺の水質の把握を目的として、各スタンドパイプからベラーを挿入し、測定区間の原位置採水を実施した。採取した試料の主要成分分析結果を図-6に示す。

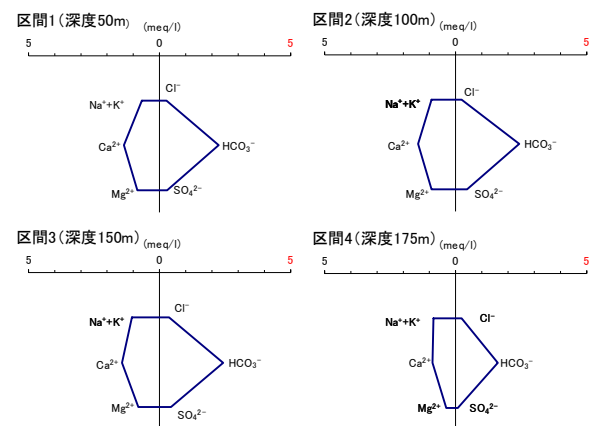


図-6 採水試料の主要成分分析結果

5. おわりに

本件では、本装置を径86mmの孔で4区間の間隙水圧測定を可能とする装置へ改良し、鉱山跡地にて2年以上の長期観測、及び測定区間深度での地下水の採取に成功した。

今回の改良により、装置費の低減及び構造の簡素化とともに孔径に対する測定区間数を増加できた。今後は、径120mm程度の孔で、8区間以上の測定の実現を目指す。

一方、現在の設計ではセンタライザ等の一部の金額が比較的高く、検討課題である。今後はより一層の改善を行い、技術力及び価格競争力の向上を目指す。

謝辞

本発表を行うにあたり、業務情報の開示について快諾していただいた三菱マテリア株式会社技術統括本部資源部に厚く御礼申し上げます。

《引用・参考文献》

- 1) 地下水ハンドブック編集委員会:改訂地下水ハンドブック, pp.655～659, 1998
- 2) 公益社団法人地盤工学会:地盤調査の方法と解説, p484, 2004

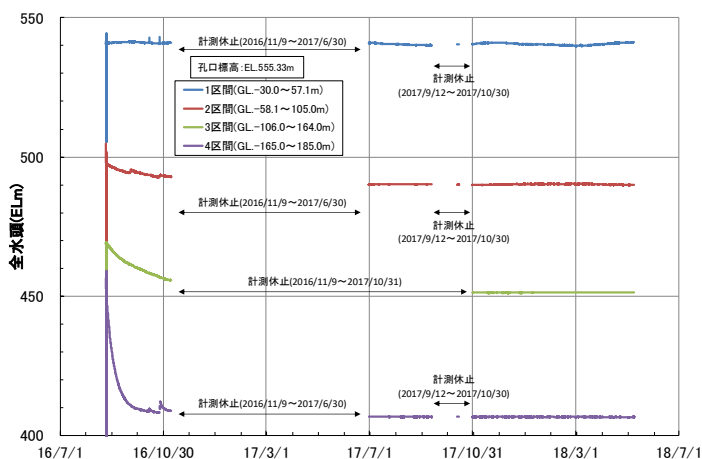


図-4 間隙水圧長期連続測定結果