

多連式連続間隙水圧モニタリングシステム(PIEZO)の開発と測定例

株式会社ダイヤコンサルタント*

正会員 細谷真一

日本原燃株式会社**

高橋一憲

株式会社ダイヤコンサルタント* 正会員 中田充彦・二口克人

1. はじめに

放射性廃棄物処分を対象とした地下水調査では、核種の流出先を評価するために、地下水の流動方向及び動水勾配の把握が重要となる。このためには、間隙水圧のポテンシャル分布の把握が効果的であり、間隙水圧を数多くの測定することが望ましい。調査段階では必要以上のボーリング孔の削孔を避けるために、単一孔で深度方向に高密度に間隙水圧測定を行うことが効果的である。また、放射性廃棄物処分の場合、地下水流動状況の短期的な変動や長期的な変化の監視も必要であり、間隙水圧を連続的に測定すること(モニタリング)が求められる。したがって、

- ・単一のボーリング孔において深度ごとに複数の区間の間隙水圧測定が可能(多連式)
- ・モニタリングにも対応できる(連続測定可能)
- ・耐久性と信頼性に優れる

という条件を満たす間隙水圧測定装置が必要である。しかし、既存の方法ではこれらすべてを満足させることは困難なため、新たに多連式間隙水圧モニタリングシステム(PIEZO)を開発した。本稿では、この装置の概要、特徴、及び測定例を述べる。

2. 多連式間隙水圧モニタリングシステム(PIEZO)の開発

開発した装置の孔内部分は、図1に模式的に示すように、孔内に挿入した中空のケーシングとパッカー、上下1組のパッカーで挟まれた区間から立ち上げた圧力検知用の管から構成される。その管内の水位を超小型圧力センサを用いて間隙水圧を検知し、地上のデータロガーにより連続的に測定する。この方法は間隙水圧を特定の深度区間の水位として測定するという明解な方法であるが、水面を把握すればよいので、大深度の場合でも計測範囲の大きな圧力計ではなく、相対的に小さな計測範囲の圧力計を用いることが可能であり、深度によって精度が劣ることがないという特徴を備えている。センサの指示値の異常あるいはセンサの経年変化に対しては、水位計によるチェックが可能である。また、圧力センサの交換が必要となった場合にも、孔内装置の引き上げは必要なく、地上からセンサのみを交換できるため、装置自体の耐久性はセンサの耐久性に制約を受けない構造となっている。

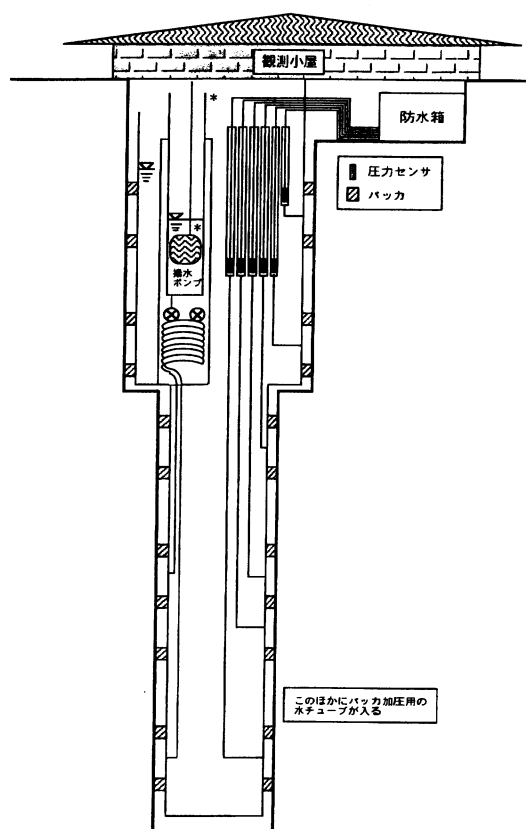


図1 PIEZOの模式概念図

間隙水圧・モニタリング・水頭・動水勾配・水質

* 〒330-8660 埼玉県大宮市吉野町2丁目272番2号 tel.048-654-3132 fax.048-654-3178

** 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル) tel.03-3581-7838 fax.03-3581-7839

複数の区間を区切るパッカーは軟質ゴム(標準はゴム長 1m)を用いているので、孔壁の凹凸に対して密着性が高いと考えられる。パッカーの加圧には水を用いて、地上で圧力を管理しているので、遮水効果の確認を長期的にも行うことができる。

さらに、本装置は採水機能を併設することが可能であり、図 2 に示すようなスパイラル状のチューブを採用することによって、必要な時にのみポンプを設置して採水することができる。設置後十分に時間が経過してダブルパッカーで挟まれた区間内の水が地層水に置換した後に、電気伝導度などの水質をモニタリングしながら採水することが可能である。これにより、極低透水の区間においても信頼性の高い採水が可能となった。

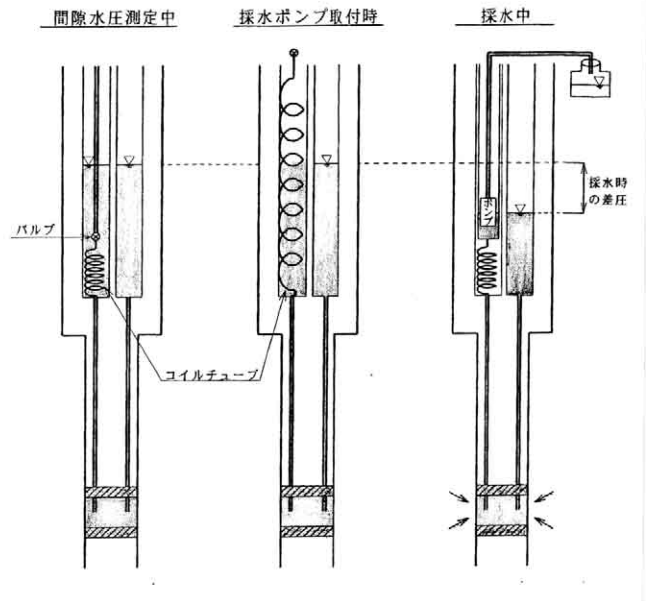


図2 PIEZO の採水方法説明図

3. 堆積岩地域での測定例

新第三系の堆積岩地域の台地上に設置した本装置の測定例を示す。設置前にボーリングコアなどの地質情報と透水試験などの水理情報を総合して、測定目的に最適な測定区間の選定を行い、これに基づきパッカーとケーシングの設置計画を組み立て、深度 241m まで設置した。設置後には、所期の性能を満たすことを確認した後に計測を開始し、すでに 2 年を超える連続測定記録が得られた。図 3 に全水頭値(間隙水圧をポテンシャルに変換した値)の変動を示す。また、ある時期における全水頭値の深度方向の変化図を図 4 に示す。図 3 からは降雨や融雪による圧力上昇が浅部では明瞭に確認できるが、深部では減衰している状況を確認できる。この他にも気圧、潮汐による間隙水圧の変動が観測されている。図 4 では、深度とともに全水頭値が低下することから、この間隙水圧計を設置した位置(台地)では、地下水が下向きに浸透している状況が把握できた。図 4 を複数孔で得ることによって、流向や動水勾配の把握が可能となり、地下水流動を総合的に考察するための情報を取得しつつある。

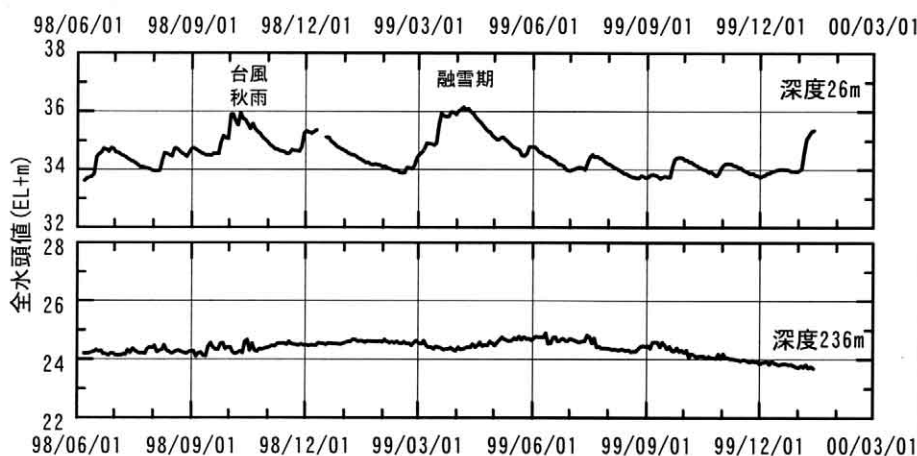


図3 各深度の全水頭値の経時変化図

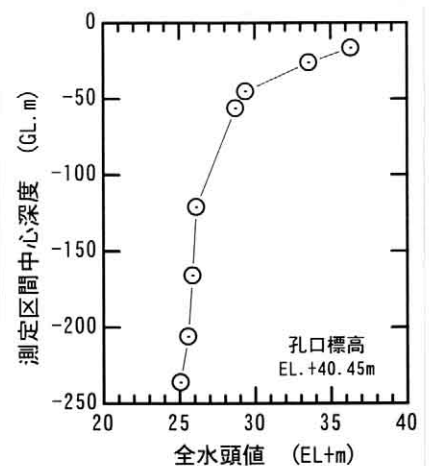


図4 全水頭の深度変化図

4. まとめ

間隙水圧を水柱の高さとして測定する原理を用いることにより、耐久性と信頼性に優れた多連式連続間隙水圧モニタリングシステム(PIEZO)を開発した。既に 2 年を超える測定記録が得られており、間隙水圧のポテンシャル分布の把握に貢献するとともに、降雨浸透や気圧変動、潮汐変動に伴う変動を確認した。