

遮水性能を有する断層近傍における水圧モニタリング

核燃料サイクル開発機構 正会員 升元 一彦
核燃料サイクル開発機構 正会員 竹内 真司

1. はじめに

地表からの調査により地下深部の亀裂性岩盤の水理地質構造のモデル化を行うためには、試錐孔を用いた水理試験や水圧モニタリングを実施することが必要である。これらの試験・モニタリングは試錐孔をパッカー等で閉塞した区間毎に実施するため、対象とする水理地質構造を正しく反映した計測を実施するには、計測区間を適切に設定する必要がある。特に、水理地質構造をモデル化する上で最も重要な構造の一つである断層が存在する場合、その断層が水みちとして機能する場合と遮水性能を有する場合が考えられ、断層近傍において水理学的に不均質な構造を示す。このため、断層近傍で試験・モニタリングを実施する際には、注意して区間設定を行う必要がある。

今回、遮水性を有する断層を貫く試錐孔においてマルチパッカーの水圧モニタリング装置の設置、及びその後に撤去作業を行った。その際のパッカーの拡張、収縮作業に伴う計測結果から、水理地質構造のモデル化のためには遮水部として機能している部分へパッカーを設置することが重要であることを示すことができたので報告する。

2. 計測内容

今回計測を行ったサイトは、後期白亜紀花崗岩体が新第三紀の堆積岩に不整合で覆われる地質構造を示しており、花崗岩の上部には水平割れ目が卓越したゾーン（上部割れ目帯）が発達している。東西走向を示す断層（月吉断層）がサイト内に存在しており、その上下には断層に伴う割れ目帯が発達している（図 1）。水理学的には、月吉断層主部は断層粘土を狭在することから遮水性を有し、その下盤側は上盤側に対して水頭で 30m 程度被圧されている。また、花崗岩の上部割れ目帯で透水性が大きいことが分かっている¹⁾。

このサイトにおいて長期水圧モニタリングを実施するために、1,000m の試錐孔 MIU-1,2,3 孔に対しモニタリング装置を設置した（図 1）。モニタリング装置はマルチパッカーにより区間を閉塞し、区間内の水圧を計測するものである。今回は月吉断層を GL-890m~915m で貫く MIU-2 孔へのモニタリング装置設置、撤去時に計測された結果に着目した。図 2 に MIU-2 孔沿いの亀裂密度分布を示す。MIU-2 孔では GL-400m までが上部割れ目帯であり、その中でも GL-225m 付近は試錐孔掘削時に大量の逸水が発生し、温度検層でも急激な温度変化が認められた部分であり、この付近に水みちが存在することが分かる。花崗岩中の水圧モニタリングのため、MIU-2 孔へ図 1 に示す 24 個のパッカーを設置し、計測区間を 24 箇所設定した。上から 18 番目のパッカーまでを断層の上盤側、19 番目以降を下盤側に設置した。さらに、モニタリング装置を設置してから 22 ヶ月後に、水理試験を実施するため一時的にパッカーを収縮して装置の撤去を行った。これらの設置、撤去作業時における計測結果を次に示す。

3. 計測結果

設置、撤去作業時におけるパッカー拡張および収縮前後の区間水頭の変化（図 2）；パッカー拡張前は孔内水位に相当する GL-7m の水頭を示すが、パッカー拡張後は月吉断層付近を境界として上盤側で GL-11m、下盤側で GL+1m の水頭を示す（白矢印）。22 ヶ月後のパッカー収縮直前には上盤側で GL-21m、下盤側で GL+13m と上盤と下盤の間の差圧が大きくなっている。これは断層を貫く試錐孔が上下盤の水みちとして働いていたが、パッカー拡張により上下盤の水の流れが遮断され、試錐孔掘削前の水理状態に回復しつつあるため徐々に差圧が大きくなったためと推定できる。この差圧はパッカー収縮により解消され、上下盤の水頭は GL-12m となった（黒矢印）。パッカー拡張時の区間水頭分布を見ると、区間水頭の急変部が断層最上面より約 20m 上に位置している。この理由として、パッカーの設置位置が断層の遮水部と一致していなかったため下盤の高水頭の影響が試錐孔を介して及んでいることが考えられる。このことは、今回の一連の作業の後に断層最上部を狙いパッカーを再設置した結果、このパッカーを境に区間水頭の急変部が観測されたことから支持される。以上のことから、試錐孔掘削前の擾乱されていない区間水頭分布を正確に把握するには、遮水部へパッカーを設置することが重要であることが分かる。

キーワード：水理地質構造，モニタリング，断層

連絡先：サイクル機構，〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-63 TEL0572-53-0211 FAX0572-66-2234

撤去作業時における各パッカー収縮後の孔内水位の変化（図 3）；パッカーの収縮は上から順に行った。上から 20 番目のパッカーを収縮するまでは MIU-2 の孔内水位の変化は見られなかったが、21 番目のパッカーを収縮した時に急激な水位の上昇が見られた。このパッカーは断層最上面から 40m 下に位置しており、区間水頭の急変部とは一致していない。この理由として、断層最上面から 21 番目のパッカー以浅までは高水頭であるが透水性が低く、短時間では孔内水位が上昇しなかったことが考えられる。このことから、断層下盤側において断層から 40m 下までは高水頭、低透水の部分であり、それより下で高透水の部分が存在する水理地質構造が推定できる（図 4）。

パッカー収縮時における周辺モニタリング孔での区間水頭変化（図 5）；パッカー収縮に伴い MIU-1 の各モニタリング区間と MIU-3 の PRB-1～4 の区間においては水頭が上昇したが、MIU-3 の PRB-5～8 の区間では減少した。これから、遮水性を有する断層近傍でのパッカーの拡張、収縮が周辺の区間水頭に大きく影響を与えることが分かる。また、断層上盤において圧力変化の程度を比較すると、断層に伴う割れ目帯より上部割れ目帯の変化量が大きく、断層上盤の割れ目帯より上部割れ目帯において水理学的連続性が大きいことを示している。

4. おわりに

遮水性を有する断層を貫く試錐孔において水圧モニタリング装置の設置、撤去を行った。この時の計測結果から水理地質構造を推定するのに有用な情報が得られた。また、モデル化のためのデータ取得には、試錐孔を介して下盤の高水頭の影響が及ばないように遮水部へパッカーを設置することが重要であることを示せた。

参考文献 1) 竹内真司, 下茂道人, 西鳥望, 後藤和幸：1000m ボーリング孔を用いた圧力干渉試験による断層近傍の透水性調査, 第 31 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, p.296-300, 2001.

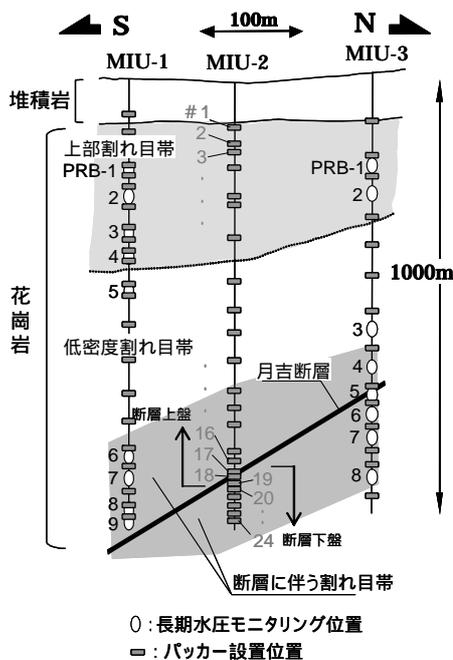


図 1 モニタリングレイアウト

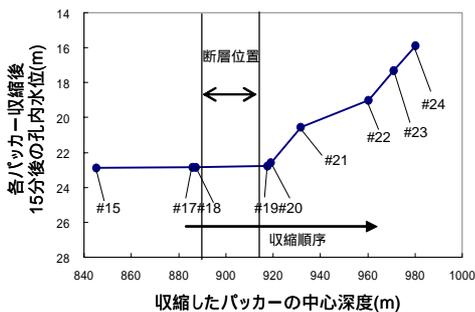


図 3 MIU-2 孔各パッカー収縮後の孔内水位変化

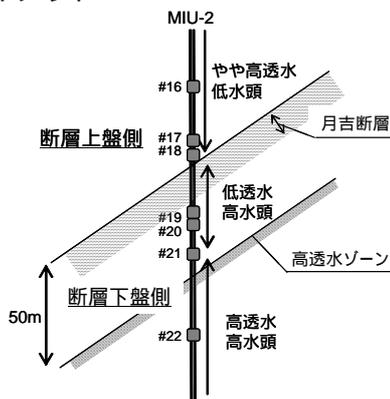


図 4 断層近傍の水理地質構造モデル

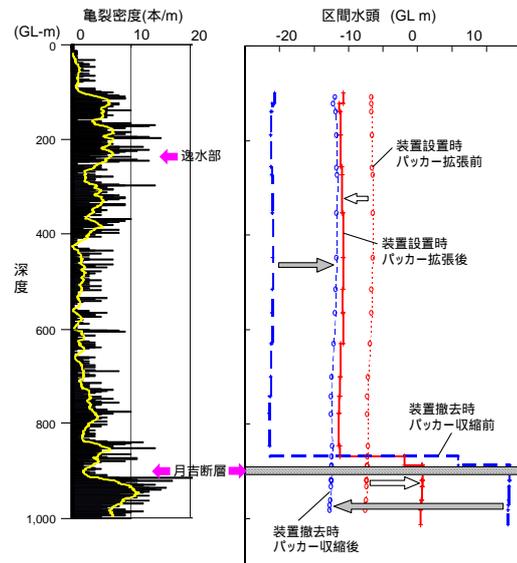


図 2 MIU-2 孔パッカー拡張、収縮に伴う区間水頭変化

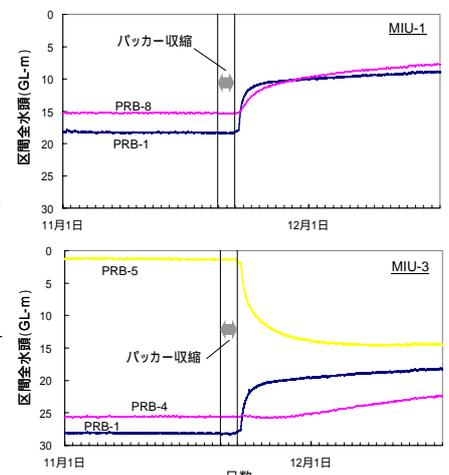


図 5 周辺モニタリング孔における区間水頭変化