

断層近傍での堆積軟岩の初期地圧測定

大成建設（株） 正会員 ○山本 卓也

核燃料サイクル開発機構 正会員 松井 裕哉

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構幌延深地層研究センターでは、北海道天塩郡幌延町において堆積軟岩を対象とした試錐調査を平成 13 年度から継続して行っている．この試錐調査は、堆積岩を対象として地層処分技術に関する総合的な研究を行う深地層研究計画の一環であり、平成 15 年度までに深度 500m～700m 程度の試錐が合計 8 本実施された．ここでは、地下深部での初期地圧を把握することを目的として行われた水圧破碎法による初期地圧の測定結果を示し、測定地点近傍に存在する断層が測定結果に与える影響について考察した．

2. 断層と試錐孔の位置

平成 13 年度から 15 年度までに実施した試錐孔のうち、水圧破碎法による初期地圧測定を行った試錐孔はHDB-1～6 孔の合計 6 本である．HDB は、Horonobe Deep Borehole の略称である．HDB-1, 2 孔は深度 720m、HDB-3, 4, 5 孔は深度 520m、HDB-6 孔は深度 620m である．測定地点近傍には、大曲断層と呼ばれる高傾斜の東落ちの逆断層が概ね北西から南東の走向で存在する．この断層の東西の地質環境を把握するため、断層西側に HDB-1, 3, 6 孔を、断層東側に HDB-2, 4, 5 孔を配置した．断層と試錐孔の配置を図-1 に示す．

3. 調査地点の岩石の物理・力学特性

HDB-1～6 孔の岩石は、軟質な珪藻質泥岩（声間層）及び硬質泥岩/硬質頁岩（稚内層）から成る．声間層及び稚内層の物理・力学特性を表-1 に示す．いずれも空隙率が大きく、単位体積重量が比較的小さい特徴がある．声間層と稚内層の境界付近には、力学特性のうち静弾性係数(E50)や、一軸圧縮強度が急激かつ連続的に変化するような遷移帯が存在することが分かっている．



図-1 断層と試錐孔の位置図

表-1 声間層及び稚内層の物理・力学特性

	単位体積重量	空隙率	弾性波速度:km/sec		静弾性係数 (E50)	一軸圧縮強度	ポアソン比
	kN/m ³	%	P波	S波	GPa	MPa	
声間層 (珪藻質泥岩)	14～16	60～70	1.8	0.5	2以下	5程度	0.10～0.20
稚内層 (硬質泥岩/硬質頁岩)	16～18	40～50	2.0～2.5	0.7～1.0	1～4	5～25	0.15～0.45

4. 初期地圧測定

(1)測定方法 研究対象である堆積軟岩の深度 500m 程度までの範囲の初期地圧を把握することを目的として、水圧破碎法による測定を実施した．測定位置は、地下施設の水平坑道展開深度(250m 及び 500m)を考慮し、RQD の深度分布、キャリパー検層、孔内における孔壁画像（EMI）検層結果から、き裂が少なく孔壁が安定した箇所を選定した．また、測定前後で、型取りパッカーにより孔壁の状態を記録した．HDB-1, 2 孔では、伊藤ほか（2001）の方法に従うワイヤライン方式の水圧破碎システムを用いて測定を行った．このシステムは、亀裂開口圧を精度良く求めるため、加圧系の体積が小さいシステムとなっていたが、原位置測定の結果、今回の対象岩盤では装置が抑留する危険性が高く、泥水中での測定ではシステムの改良が必要であること等の問題点が

キーワード 初期地圧測定、水圧破碎法、堆積軟岩、断層、大深度ボーリング

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) エンジニアリング本部 TEL:03-5381-5187

生じた。このため、HDB-3, 4, 5, 6 孔では、図-2 に示すロッド方式の水圧破碎システムを用いた。

(2) 測定結果及び考察 水圧破碎法による初期地圧測定の結果を図-3 に示す。応力値の深度分布図によれば、断層東側（HDB-2, 4, 5 孔）では、深度の増加とともに応力値が線形的に増加する傾向がある。断層西側（HDB-1, 3, 6 孔）では、HDB-6 孔の深度 300m より浅い領域では応力値が小さく、それ以深では急激に応力値が増加しており、かつ HDB-2 孔を除くと断層西側の試験孔での測定結果が東側に比較し 1.5 倍程度大きい。主応力比は、断層西側で 1.25～1.63，断層東側で 1.35～1.65 であり、いずれも異方的であるがその値に大きな差はない。水平面内での最大主応力方向については、水圧破碎後のパッカーによる孔壁の型取り結果とともに、HDB-1, 2 孔の深度 500m 以深で発生が確認されたボアホールブレイクアウト（孔壁の破壊現象）の EMI 検層画像とパッカーによる孔壁の型取り結果も合わせて示した。その結果、水平面内での最大主応力方向は、断層西側では深度によらず、ほぼ東西方向である。断層東側においても HDB-2 孔を除くと、深度 500m までの範囲ではほぼ東西方向と思われる。HDB-2 孔では、深度 500m 以深において、水平面内での最大主応力方向が、深度の増加とともに南北から東西へ回転するような変化が見られた。

以上をまとめると、断層西側は断層東側と比較して、応力値については深度 300m 前後で急激に増加し、かつそれ以深では応力値が大きい。断層西側の急激な応力値の変化は、主として深度方向の岩盤の急激な剛性変化に起因すると考えられる。また、断層東西における 300m 以深の応力値の差の一つの理由としては、近海にあるアムールプレートの影響で断層西側領域に大きな応力集中が生じていることが考えられる。

5. 参考文献

伊藤高敏，加藤春實，林 一夫：水圧破碎試験における真のき裂開口圧測定による最大初期応力評価法とその実用化システムの開発，2001 年西日本岩盤工学シンポジウム。

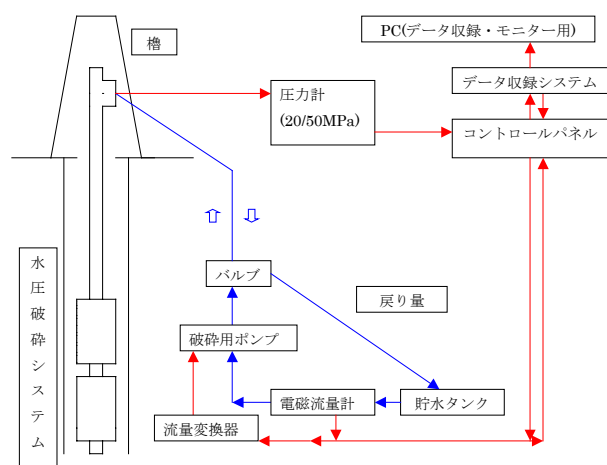


図-2 水圧破碎法測定装置（ロッド方式）

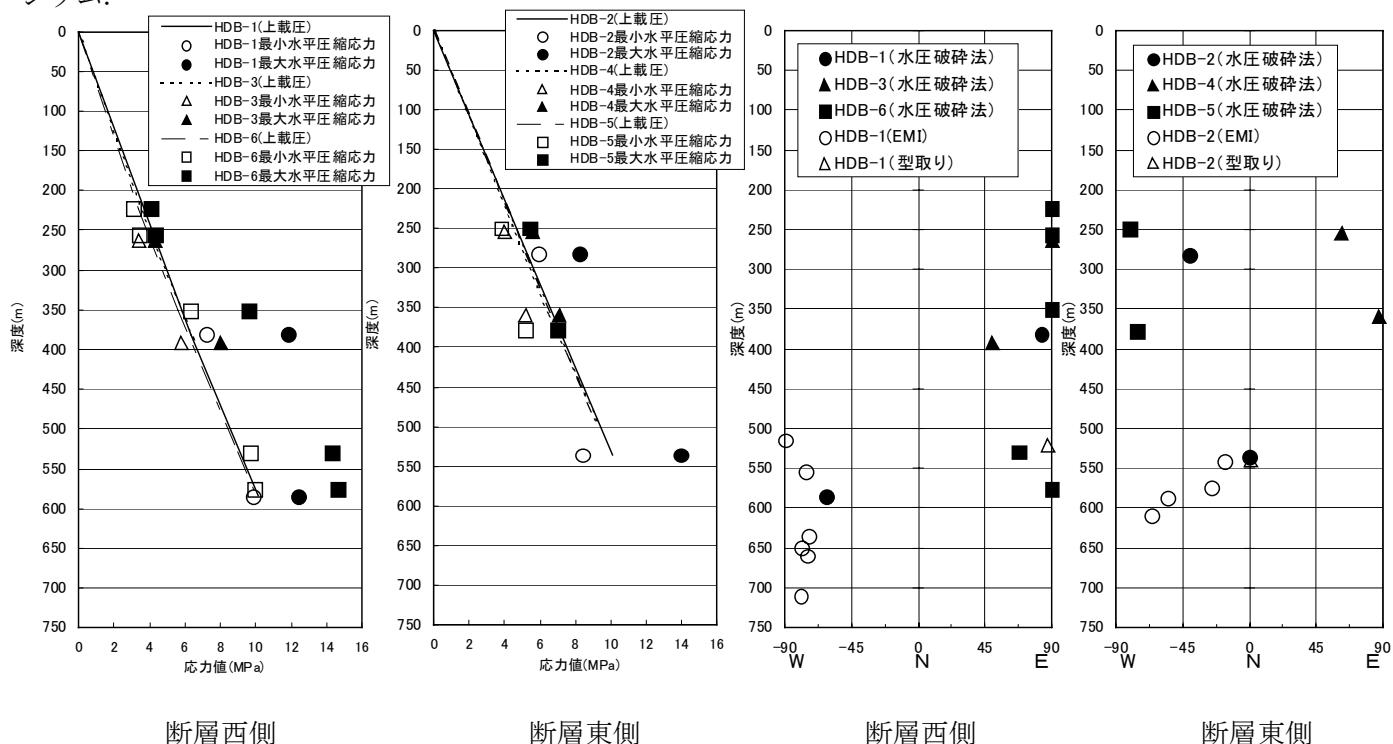


図-3 応力測定値の深度分布と水平面内の最大主応力方向（HDB-1, 3, 6 孔及び HDB-2, 4, 5 孔）