

珪質岩に対する AE 法による初期地圧測定の実用性に関する検討

大成建設株式会社	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
株式会社ドーコン	非会員	田子 義章
株式会社地層科学研究所	非会員	富永 英治

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構は、北海道天塩郡幌延町において新第三紀堆積岩を対象とした地下研究施設の建設を伴うプロジェクト（幌延深地層研究計画）を推進している。本報告は、本プロジェクトの調査の一つとして、新第三紀の珪質岩に対し、鉛直方向の応力成分を同定するため AE 法による初期地圧測定法を適用した結果、得られた知見等を示したものである。

2. 調査地点の地質構造および岩石の物理・力学特性

図-1 に示すボーリング調査のうち、AE 法による初期地圧測定を試みたのは HDB-1,2,3,5 孔の 4 本である。掘削深度は、HDB-1,2 孔は 720m, HDB-3,5 孔は 520m である。ボーリング調査の結果、調査の集中領域である研究所設置地区およびその周辺に分布する主な岩石は、新第三紀の珪質岩であり、続成作用の程度の違いから珪藻質泥岩、硬質頁岩に区分され、珪藻質泥岩から硬質頁岩に遷移的に変化する領域が両岩層間に存在することが分かっている。両岩石の物理・力学特性を表-1 に示す。

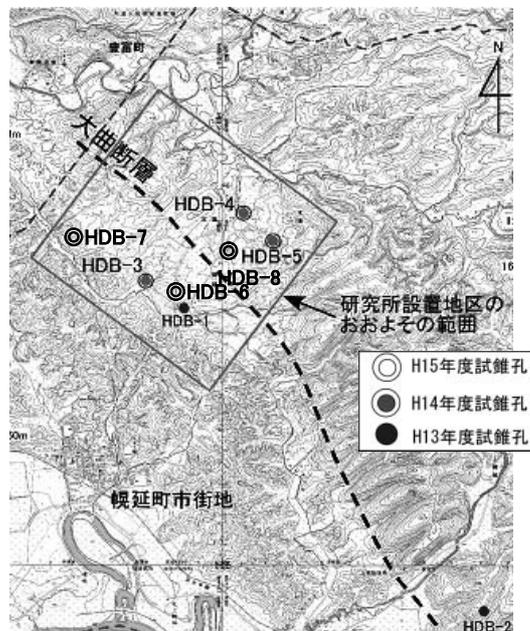


図-1 断層と試錐孔の位置図

表-1 研究所設置地区およびその周辺地質の物理・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) GPa	一軸圧縮強度 MPa	ポアソン比
	kN/m ³		P波	S波			
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

3. AE 法による初期地圧測定

(1)測定方法設定のための予備試験 1

はじめに AE 法による測定システム・手順を設定するための予備試験を実施した。具体的には、HDB-1 孔の岩芯（直径 30mm, 高さ 60mm）を用い 2.0MPa の先行応力を 5 回繰り返して荷重し、与えた先行応力の測定を AE 法により実施した。なお、AE 計数方式は、堆積軟岩での焔ら¹⁾ の測定実績を考慮し、あるしきい値を超えた AE を計測するイベント計数法を用いた。センサーは軽量・小型のものを供試体に直接設置した。その結果、AE は 2.3MPa 付近を超えると急増し先行応力に近い値であったことから、本試験を同じシステム・手法で実施した。なお、試験開始までの時間は、既往の研究²⁾を考慮し 3 日以内とした。本試験は、HDB-1 孔、HDB-2 孔の深度 300m 及び 500m 近傍から岩芯採取を行い実施したが、予備試験結果と異なり荷重開始直後から AE が急増する例が多く見られた。このため、その原因を特定するための予備試験を追加実施した。

(2)測定方法設定のための予備試験 2

(1)で見られた現象の要因の一つとして、カイザー効果の時間依存性を確認するための予備試験を試みた。具体的には、HDB-3 孔の岩芯を用い、先行応力を一軸圧縮強度の 40% と 60% として記憶させ、除荷後の時間キーワード 初期地圧測定, AE 法, 堆積軟岩, 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) 原子力本部 TEL:03-5381-5315 FAX:03-3345-8330

をパラメータとして先行応力の測定を行った。また、珪質岩は空隙率が非常に大きく乾燥しやすいため、この影響も検討するために供試体を水槽に浸水した状態の試験を空気中での試験と併せて実施した。その結果、試験条件の違いによらず、ほとんどの試験ケースにおいて载荷開始直後から AE が発生し、AE 急増点は不明瞭で先行応力値の判断が困難であった。

(3) 測定方法設定のための予備試験 3

上記(2)では、ほとんどのケースで载荷直後より AE が発生し急増点の読み取りが困難になったことを考慮し、さらなる上下端面のノイズ除去のため、载荷板と供試体の間にスポンジをはさんだ。この状態で、HDB-3 孔の岩芯を用いて一軸圧縮強度の 40% を 50 回繰り返して浸水条件で载荷し、先行载荷後 6 時間経過した時点で再度測定を実施した。その結果、AE 急増点の応力は先行応力とほぼ一致したため、この予備実験の試験システム・手法を本試験に採用した。本試験の測定条件を表-2 に、測定装置の概念図を図-2 に示す。本試験は、HDB-5 孔の深度 381.0~381.6m の岩芯（水平方向採取）を用い実施した。载荷中の AE イベント数の変化例を図-3 に、本試験結果から評価した初期地圧を表-3 に示す。ほぼ同一深度で実施した水圧破碎法による測定結果³⁾は、 σ_1 が 7MPa、 σ_3 が 5.2MPa、水平面内最大主応力方向が 76° であり、最大主応力方向はほぼ一致しているが、主応力値については大きな差がある。これは、岩石自体の力学的異方性に関連している可能性もある。

なお、本試験では(1)と同様 3 日以内に測定を完了することとした。

4. まとめ

以上の結果から、珪質岩に AE 法による初期地圧測定を適用する場合、珪質岩が有する固有の特徴（非常に多孔質で乾燥しやすく軟質である）を十分考慮した測定システム・手法とする必要があることがわかった。具体的には、载荷装置の統一、試験中の供試体の乾燥防止、上下端面におけるノイズ発生の軽減措置、AE センサーの直接接着などである。珪質岩に関するカイザー効果の時間依存性については今回の予備試験では 6 時間後までの測定データしかないため、結論を得ることができず今後同手法を適用する場合の主要な検討課題の一つである。また、金川⁴⁾は、供試体内部に微小き裂や潜在き裂が存在する場合や、ボーリングコア採取時の応力解放によって供試体内部に微小き裂が生じる場合には、载荷初期段階から AE が数多く発生するとしている。先に述べた岩石自体が有する力学的異方性の影響とともに、珪質岩を含む堆積岩に対する AE 法による初期地圧測定手法の適用にあたって未だ検討の余地があると考えられる。

5. 参考文献 1)畑, 他 (1995): AE 法を利用した初期地圧測定とその適用例, 材料, Vol.44, 502. 2)畑, 他 (1994): 新第三紀堆積岩におけるカイザー効果の時間依存性, 第 9 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, p.235-240 3)山本, 松井(2004): 幌延深地層研究計画における堆積軟岩を対象とした初期地圧測定結果, 第 33 回岩盤力学に関するシンポジウム, p.265-270 4)金川, 他 (2002): AE 地圧測定法の適用性の拡大, 第 11 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, A15.

表-2 AE 測定の実験条件

孔名	HDB-3	HDB-5
プリアンプ増幅度 (dB)	40	40
メインアンプ増幅 (dB)	50	50
測定周波数 (Hz)	100-500	100-200
しきい値 VL (mV)	330	330
しきい値 VH (mV)	350	350

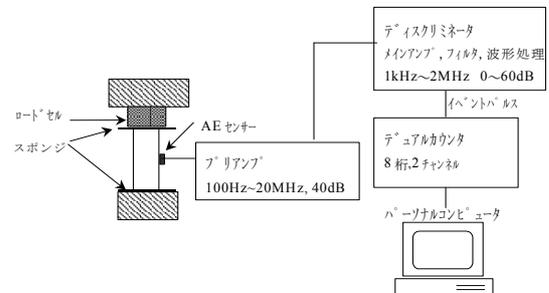


図-2 AE 測定装置の概念図

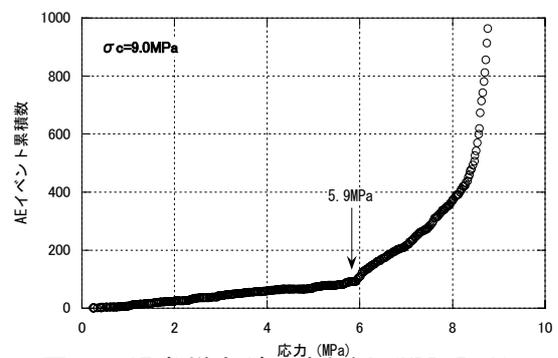


図-3 AE 急増点が明瞭な例 (HDB-5 孔)

表-3 初期地圧測定結果 (HDB-5 孔)

鉛直方向 平均値 (MPa)	水平方向						
	測定平均値 (MPa)				主応力 (MPa)		方向 ($^\circ$)
	NS	NWSE	EW	NESW	σ_1	σ_3	θ
4.8	3.2	5.6	11.7	13.0	12.1	2.8	69.3