幌延深地層研究センターの立坑掘削時における力学的・水理学的影響評価

大林組	技術研究所	正会員	〇畑	浩二
大林組	札幌支店	正会員	丹生	医純夫
日本原子力研究開発機構		正会員	青树	加和平
日本原子力研究開発機構		正会員	藤日	日朝雄

1. はじめに

日本原子力研究開発機構の幌延深地層研究センターでは、高レベル放射性廃棄物の地層処分に係わるニアフィー ルドの長期挙動モデル開発のため種々な研究を実施している.その一環として、深度 350m 以深の立坑を対象に掘 削前から掘削完了後の長期期間にわたって立坑周辺に形成される掘削影響領域の挙動計測を開始した¹⁾.これは掘 削の力学的挙動を AE (アコースティック・エミッション)で、水理学的挙動を間隙水圧と温度で評価するもので ある.当該地点のような、堆積軟岩中の掘削時における AE 計測事例はほとんどなく、さらに計測期間が長期に渡 ることから光式センサを組み込んだマルチ光計測プローブ²⁾を利用しているところに特徴がある.

本報告では、立坑掘削時に観察された AE 波動の特徴を分析するとともに、掘削時における AE、間隙水圧および温度の変化傾向の特徴を述べる.

2. 計測概要

計測は、幌延深地層研究センターの深度 350m 調査坑道で実施した.図1に地下施設概要を示す.マルチ光計測 プローブは、図2に示すように東立坑に繋がる東連絡坑道底面から立坑に平行に削孔した鉛直ボーリング孔内に埋 設固定した.3つの鉛直ボーリング孔 S1, S2, S3 は一辺2.6mの三角形の頂点に位置し、立坑に最も近接する S1 孔、S3 孔は掘削壁面から1.5mの離間とした.光式 AE センサは各ボーリング孔に付き上段(深度368.5m)、中段 (深度370.0m)、下段(深度372.0m)の3点に設置した.また、設置間隔は、別途実施した疑似 AE 波の伝播特 性および減衰特性を元に決定した¹⁾.光式間隙水圧センサと光式温度センサは中段と下段の間に設置した.

当該地点は稚内層の珪質泥岩である.地上からのボーリング調査³⁾の分析によると,一軸圧縮強さは平均 20MPa, 弾性波速度は P 波で平均 2.2km/s, S 波で平均 0.9km/s 程度である.また,最大主応力は 7.3MPa,最小主応力は 5.0MPa で,最大主応力は東西方向である.

深度 350m 以深の立坑掘削開始から AE, 間隙水圧, 温度のデータを連続計測した.



キーワード:掘削影響領域,光式AE,光式間隙水圧,光式温度,長期モニタリング,防爆 連絡先:〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 ㈱大林組技術研究所 TEL042-495-0918

3. AE波動の特徴と分析

深度 350m から 380m の掘削完了までに約 2,700 万の AE を記録 した. AE には, 掘削機械による雑音やメタンガスが岩盤中を移動す る時の雑音が混入するため, 弁別が必要である. 得られた AE 波形 は, 図 3 に示す 5 種類の形状に分類した. 著者らによる原位置 AE 計測の実績 4から, ①の AE 波形は岩盤から発生したものであり, ② ~⑤の AE 波形は岩盤から発生したものでは無いと判断した. そこ で, 測定された AE に周波数特性>25kHz, 波形形状特性(継続時 間/最大振幅値) <0.5 および共振特性(スペクトルピーク値/最大 振幅値) <0.15 を元に自動弁別を行い,約 14 万の有意な AE を得た.



4. 立坑掘削時における計測結果

立坑掘削時における AE, 間隙水圧および温度の時間推移を図 4 に

示す.上3図は,AE 推移,最下図は間隙水圧 と温度の推移結果である.

AE 計測では、立坑に近接した S1 孔で掘削 に伴い上段から下段方向に向かって AE 発生 数は推移する傾向を得た. 立坑壁面からの距 離が S1 孔と同距離にある S3 孔では、S1 孔に 比べて AE 発生数は少ないが上段から下段に 推移する類似の傾向を得た. 一方、S2 孔では、 これらに比べて発生数は少なく明確な推移傾 向は得られなかった. これは、岩盤の伝播減 衰に影響を受け、大きな振幅の AE しか到達 していないことに起因していると考えられる.

間隙水圧計測では,S3 孔で急増する現象を 確認した.AEの急増直後に生じたことから, 局所的な応力集中と緩和により微小き裂が発 生・進展・閉塞し,その結果として間隙水圧 変化が生じたものと考えられる.



温度計測に関しては,S3 孔で1.35℃上昇する変化が認められたが,S2 孔では0.18℃とほとんど変化が無かった. 立坑掘削により空気温度の変化が岩盤に伝播し近接部で影響が生じたものと考えられる.

5. まとめ

立坑壁面からの距離によって AE, 間隙水圧および温度変化に違いがあることが判明した. 今後は, AE 震源位置 評定を元にした掘削影響領域の評価, 間隙水圧変動のメカニズム解明を実施する予定である. 本計測に関して, ㈱ レーザックの藤井宏和氏に協力いただいた. ここに記して感謝の意を表す.

参考文献

- 1) 畑 浩二 他:幌延深地層研究所におけるマルチ光計測プローブを用いた立坑掘削影響領域の長期モニタリング計画,第 69 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.73~74, 2014.
- 2) 畑 浩二他:マルチ光計測プローブの開発,第69回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.69~70,2014.
- 3) 太田 久仁雄 他:幌延深地層研究計画における地上からの調査研究段階(第1段階)研究成果報告書 分冊「深地層の科学 的研究」, JAEA-Research 2007-044, 2007.
- 4) 例えば,畑 浩二他:原位置 AE 計測に基づいた岩盤ゆるみ域の評価,材料,第47巻,第5号, pp.489~494, 1998.