

堆積軟岩空洞における処分孔縦置き方式を模擬した空洞の掘削

東急建設	正	○池野谷尚史	正	高倉 望
電力中央研究所	正	岡田 哲実	正	澤田 昌孝
セレス		平賀 健史		平野 公平
横浜国立大学大学院		谷 和夫		

1. はじめに

透水性の低い堆積軟岩を対象とした放射性廃棄物の地層処分の研究が進められている。堆積軟岩の特徴として、長期の変形特性が顕著であり、熱や水などの外部環境の変化に影響を受けやすいことが懸念される。そこで本研究では、外部環境の変化を考慮した堆積軟岩空洞の長期安定性評価手法の確立を目的として、堆積軟岩中に構築した地下空間実験場において現地加熱実験を実施し、長期計測技術の検討や、熱・水・応力の連成解析コード¹⁾の検証を行う予定である²⁾。

本稿では、現地加熱実験に先立って実施した、処分孔縦置き方式を模擬した加熱用のヒーター孔の掘削に伴う周辺岩盤の変形挙動を計測した結果を報告する。計測の結果、得られたひずみの傾向は妥当なものであることが分かった。

2. 実験概要

2-1. 実験サイト

深度 50m の立坑および延長 35m の横坑からなる地下実験場において実験を実施した。対象とした地盤は、深度 20m 以深に分布する新第三紀鮮新世末期から更新世前期の上総層群の泥岩である。概ね均質な泥岩を主体としているが、未固結な砂層やスコリア層を幾層も介在し、また、破砕帯が N79W/81SE 方向に存在している。

2-2. 実験方法

φ300mm × H600mm のヒーター孔を掘削し、それに伴う周辺岩盤のひずみ量（半径、周、鉛直方向）を計測した。ひずみの計測位置を図 1 に示す。ヒーター孔の寸法は現在想定されている処分孔縦置き方式の約 1/6 サイズとした。ひずみの計測位置の決定については文献(2)に詳しい。ここで、当該地盤では岩盤表面から 40~60cm 程度の深さに厚さ 10cm 程度の未固結な砂層を挟在している。ひずみゲージは、各計測位置でサンプリングしたコアに貼り付け、当該地盤と同程度のヤング率を有する材料によって埋め戻した⁴⁾。埋め戻したひずみゲージの計測の妥当性については文献(3)、(4)で詳細な検討を行っている。

3. 掘削による変形挙動

ヒーター孔に最も近接している D 孔（ヒーター孔壁からの離れ 5cm）のひずみの経時変化を図 2 に示す。計測中のイベントは、計測開始から 4 日後の追加計測孔の掘削および 5 日後のヒーター孔の掘削である。各イベントは、図中に 2 本の点線で示したタイミングでそれぞれ発生した。

追加計測孔の掘削による影響は数～数十μ程度とそれほど大きくはないが、ヒーター孔を掘削した際の影響は数百μと追加計測孔掘削時に比べて大きい。ヒーター孔掘削後の時間に依存した変形は、応力解放に伴うクリープ変形や、埋め戻し材の硬化時の変形などによると考えられる。また、ひずみの方向としては、半径ひず

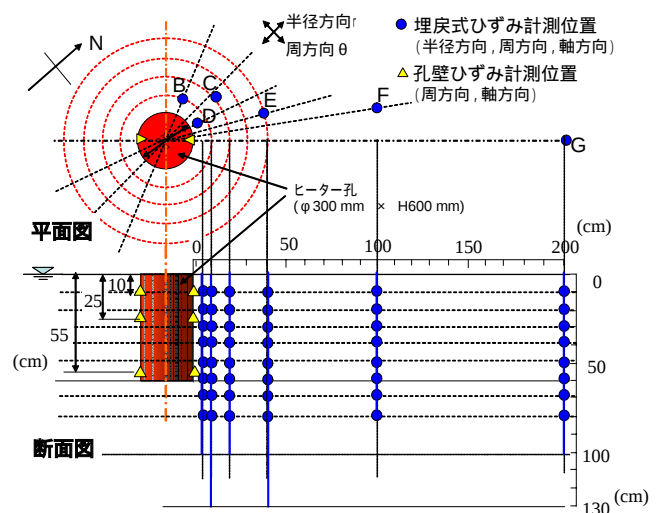


図 1 ひずみの計測位置

キーワード 堆積岩、軟岩、放射性廃棄物処分、現場計測、掘削

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設(株) TEL 03-5466-5186 FAX 03-3797-7547

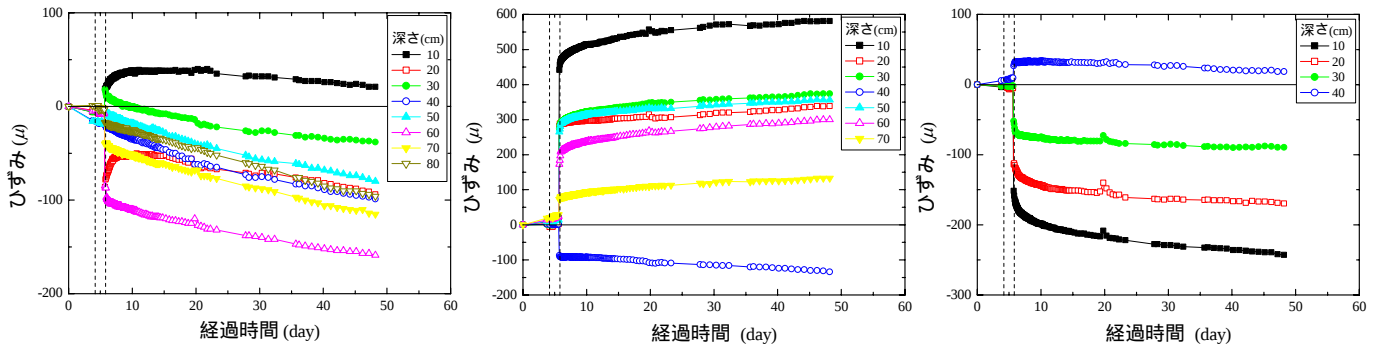


図2 D孔の各ひずみの経時変化(左:半径ひずみ、中:周ひずみ、右:鉛直ひずみ)

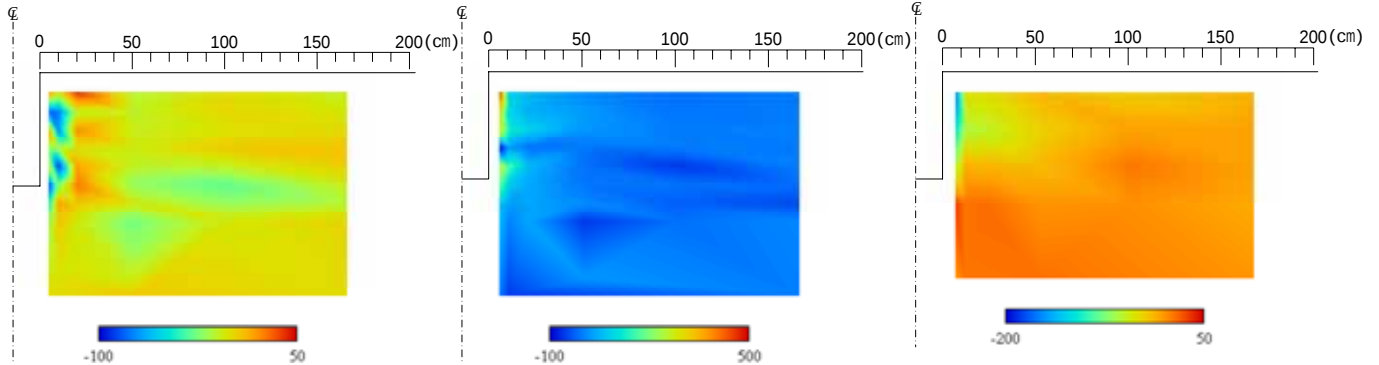


図3 各ひずみのコンタ図(左:半径ひずみ、中:周ひずみ、右:鉛直ひずみ)

みが主に引張(-)方向、周ひずみが主に圧縮(+)方向、鉛直ひずみが主に引張(-)方向であり、掘削による影響としては妥当なものと考えられる。ただし、半径ひずみでは深さ 10cm、周ひずみでは深さ 40cm、鉛直ひずみでは深さ 40cm で、他と異なる傾向を示しているものも存在する。深さ 40cm 付近には砂層が存在しており、これによって他と異なる挙動を示したものと考えられる。また、深さ 10cm は岩盤表面付近の緩み領域の影響が懸念される。これらについては、現在物理探査を実施中であり、その結果と合わせて今後検討を行う。

図3に各ひずみのコンタ図を示す。データ間は線形補間を行った。定性的には、ヒーター孔から離れていくにつれてひずみの絶対値は減少しており、妥当な傾向であると考えられる。しかし、半径ひずみと周ひずみの絶対値を比較すると、周ひずみの方が最大で5倍程度大きい。地盤を等方線形弾性と仮定するならば、半径ひずみと周ひずみの絶対値は同一となり、これと矛盾する。当該サイトでは岩盤の異方性が確認されており⁵⁾、これが主要な原因と考えられるが、結論付けるには今後の詳細な検討が必要である。

4. 結論

ヒーター孔の掘削に伴う周辺岩盤のひずみを計測した。その結果、以下の知見が得られた。

- ・掘削によって生じたひずみの傾向は概ね妥当なものであると考えられる。
- ・空洞から離れるにつれてひずみの絶対値は減少し、概ね妥当な傾向であると考えられる。

5. 今後の予定

今後は、ヒーター孔に満たした地下水を、ヒーターを用いて約 90℃まで加熱することで、熱環境下での堆積軟岩の変形挙動を観測する予定である。

参考文献 1) 澤田他：地下施設力学的相互作用解析のための軟岩クリープモデルの開発、電力中央研究所報告、N04028、2005。2) 高倉他：高温下における堆積軟岩の原位置クリープ試験計画、第36回岩盤力学に関するシンポジウム、pp.263-266、2007。3) 岡田他：埋設型ひずみ計測方法の高度化、土木学会第62回年次学術講演会、投稿中、2007。4) 高倉他：原位置岩盤におけるボーリングコアを用いたひずみ計測方法の検証、土木学会第62回年次学術講演会、投稿中、2007。5) 例えば、越智他：空洞掘削と実験調査および線形逆解析による堆積軟岩の変形特性、土木学会論文集、No.487/-26、pp.177-186、1994。