

原位置加熱実験による堆積軟岩の熱特性 (フェーズII)

東急建設(株)	正	○池野谷尚史	高倉 望
(財)電力中央研究所	正	岡田 哲実	正 澤田 昌孝
(株)セレス			平野 公平
横浜国立大学大学院		谷 和夫	田中 悠一

1. はじめに

近年、透水性の低い堆積軟岩を対象としたエネルギー貯蔵や廃棄物処分などの新規地下利用が期待されている。しかしながら堆積軟岩は、結晶質岩に比べ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易いことから、これらの影響を考慮した堆積軟岩空洞の長期安定性評価手法の確立が急務である。そこで、原位置での実験データを基に熱-水-応力連成解析コード¹⁾の検証を行うため、深さ50mの堆積軟岩中に構築された地下実験場において原位置加熱実験を実施している。原位置加熱実験では対象とする温度域を常温(約18°C)から60度(フェーズI)、常温から90°C(フェーズII)、常温から100°C以上(フェーズIII)の3フェーズに分けて実施している。実験は、2009/03/25時点でフェーズIIまで終了している。

本稿では、フェーズIIにおける熱源周辺岩盤の温度の経時変化および影響範囲について報告する。なお、フェーズIから得られた同実験の熱特性については既に報告²⁾しているので割愛する。

2. 原位置加熱実験の概要

2.1 実験サイト

実験を行ったサイトは、深さ50mの矩形断面の立坑および延長35mの横坑からなる地下実験場である。周辺の地層構造は、地表面から層厚7mのローム層、層厚5mの田名原礫層、層厚9mの座間丘陵礫層およびそれ以上深の上総層群泥岩層(堆積軟岩層)で構成されている。この泥岩層は新第三紀鮮新世末期から更新世前期に堆積した地盤で、概ね均質な泥岩を主体としているが、水平方向に未固結な砂層やスコリア層や鉛直方向に破碎帯がN79W/81SEで確認されている。

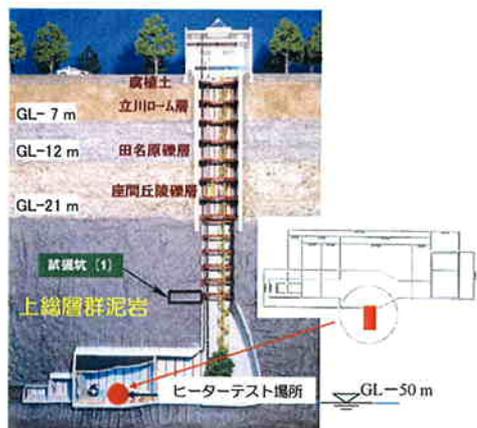


図-1 実験サイトの概要

2.2 実験方法

深さ50mの横坑内にD300mm×H600mmの空洞を掘削し、孔内に満たした水をヒーターによって加熱することで周辺岩盤に熱を負荷した。孔内の水温は均一となるように攪拌機を設置した。ヒーター孔の概要を図-2に示す。地表面は厚さ20cmの発泡スチロールで覆い、断熱境界を模擬した。

加熱は、40°Cおよび60°Cの温度をそれぞれ1週間、70°C、90°Cの温度を約1週間程度保持した後、70°C、60°C、40°Cをそれぞれ1週間程度保持しながら段階的に減熱し、最終的には常温に戻して約3ヶ月間の計測を行った(図-3参照)。なお、岩盤中の計測位置は、熱・水・応力連成解析による事前検討¹⁾から熱の影響範囲を基に定めた。計測位置を図-4に示す。

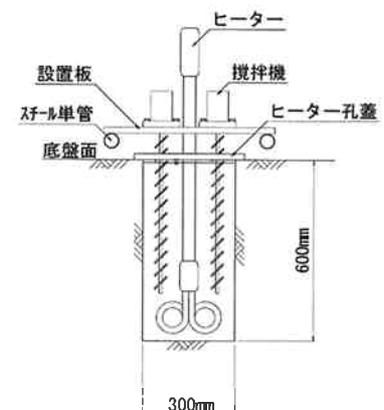


図-2 ヒーター孔の構造

3. 実験結果

3.1 温度分布

熱源を90°Cまで加熱した状態での温度コンター図を図-5に示す。図から熱源であるヒーター孔付近が最も高温で離れるにつれて温度が低くなっていくが、

キーワード 堆積岩, 軟岩, 熱特性, 原位置加熱実験

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

熱源から 180cm 離れた位置でも 30 日以上経過すれば数°Cの温度上昇を確認した。

3.2 温度の経時変化

熱源に近接している D 孔（離隔 5cm）での岩盤温度の経時変化を図-6 に示す。図から加熱や減熱等に伴って周辺岩盤の温度が変化する様子を明確に確認できる。また、ヒーター孔底盤深度より上に位置する GL-25cm、GL-45cm はほぼ同じ傾向を示し、熱源を 40°C加熱した時の D 孔では岩盤の温度は 5~7 日程度で収束し、最高温度上昇量は 17°C、90°C加熱時は岩盤の温度が 4 日程度で収束し、最高温度上昇量が 54°C（最高温度 72°C）である。一方、90°C加熱時でのヒーター孔底盤面より下の GL-65cm、GL-85cm では、ヒーター孔底盤深度より上と比較して最大温度がそれぞれ 59°C、41°Cと低く、温度が安定する時間も 5~6 日間とかかっている。減熱時も熱源の温度変化に追従して温度が減少し、各計測点で温度が安定する時間は、温度上昇量に反比例する傾向にある。

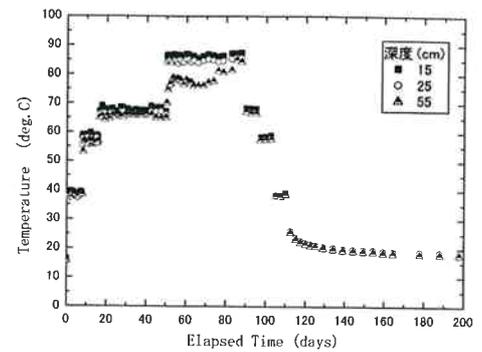


図-3 ヒーター孔内の温度経時変化

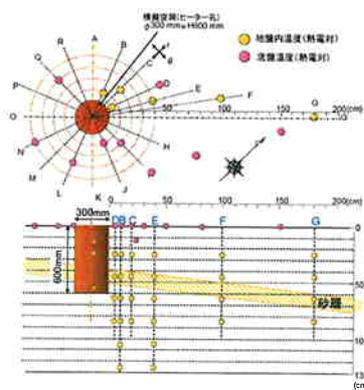


図-4 岩盤中の計測位置

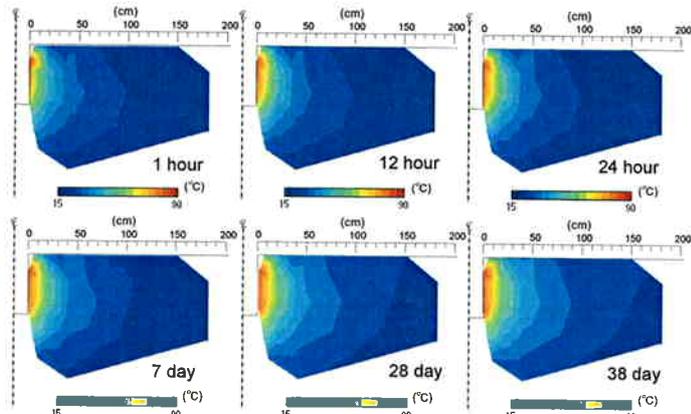


図-5 熱源 90°Cの温度コンター図

4. まとめ

温度の影響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された地下実験場にて原位置加熱実験を実施し、熱源 40°Cから 90°Cにおける堆積軟岩の熱特性について評価した。以下に得られた知見を示す。

- 1, 加熱や減熱に伴って周辺岩盤の温度が変化する様子を定量的に確認することができた。
- 2, D 孔ではヒーター孔底盤深度より上に位置する GL-25cm、GL-45cm はほぼ同じ傾向を示し、40°C加熱時において熱源に近接している D 孔位置では岩盤の温度は 5~7 日程度で収束し、最高温度上昇量は 17°Cである。
- 3, 90°C加熱時において岩盤の温度は 4 日程度で収束し、最高温度上昇量は 54°C（最高温度 72°C）である。
- 4, 温度コンター図から熱源であるヒーター孔付近が最も高温で、離れるにつれて温度が低くなっていく傾向を捉えることができた。また、熱源から 180cm 離れた位置においても数°Cの温度上昇を確認した。

【参考文献】

1) 澤田昌孝, 岡田哲実, 長谷川琢磨: 高レベル放射性廃棄物処分、下施設の長期挙動予測評価プログラムの開発—緩衝材膨潤評価式の数値モデル化と熱・水・応力連成解析スキームの構築—, 電力中央研究所報告, N05028, 2006. 2) 池野谷尚史, 高倉望, 岡田哲実, 澤田昌孝, 平野公平, 谷和夫: 原位置加熱実験による堆積軟岩の熱特性, 第 43 回地盤工学研究発表会, pp.501-502, 2008.

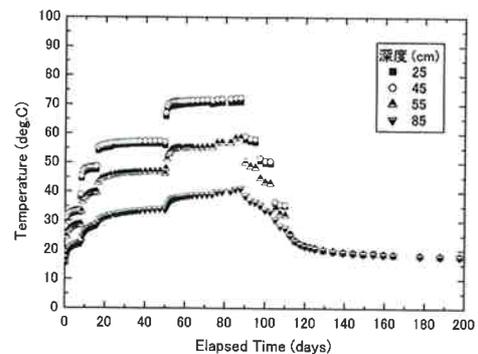


図-6 D 孔の温度経時変化