

緩衝材中の熱 - 水 - 応力 (T - H - M) 連成現象に関する解析

Analyses of Coupled Thermo-Hydro-Mechanical (T-H-M) Processes in Buffer Material

*岡島 大耕¹, 佐藤 治夫¹

¹岡山大学

緩衝材中の含水率と温度の変化による熱伝導率と比熱が熱拡散係数に及ぼす影響について長期的な解析を実施すると共に、緩衝材中の含水率の変化が膨潤応力に及ぼす熱-水-応力の連成解析を実施した。温度、含水率、膨潤応力分布の変遷について、解析データと実測データを比較し、解析手法の適用性を評価した。

Keywords: geological disposal, buffer material, bentonite, temperature, Thermo-Hydro-Mechanical coupled processes, swelling stress, diffusion equation, difference method

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、人工バリアシステムは長期にわたってその機能を維持することが求められる。しかし岩盤からの地下水の侵入による緩衝材の膨潤変形や廃棄体中の核種の崩壊熱による膨潤の影響などを同時に受ける。本研究では、緩衝材中の熱、水、応力が複合する影響について、数値解析（差分法）を行い、実測データと比較することで長期的な解析手法の適用性について検討した。

2. 研究内容

緩衝材の仕様は、「第2次取りまとめ」^[1]と「緩衝材の熱物性試験（Ⅱ）」^[2]を参考に設定した。熱と水分の移動については、Fick の第二法則に基づき、円筒座標系における拡散方程式を用いた。差分法（陽解法）による数値解析を行い、発散防止条件を考慮したうえで時間と距離の刻み幅を設定した。膨潤応力は、不飽和条件における実測データと飽和条件における熱力学モデルから導出したデータに基づいて解析した。

膨潤応力分布の解析結果及び原位置での実測データをそれぞれ図1、図2に示す。

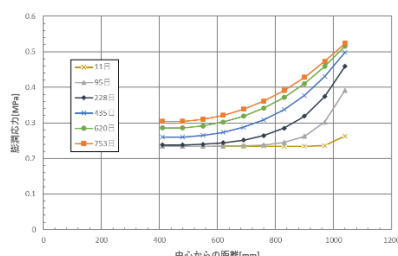


図1 緩衝材中の膨潤応力分布の解析結果

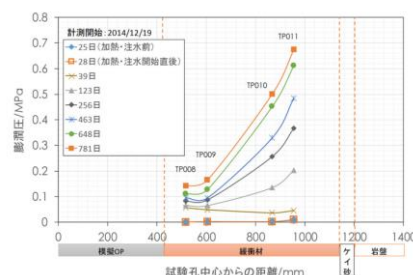


図2 実測データにおける緩衝材の膨潤応力分布^[3]

膨潤応力分布の変遷は、どちらも時間の経過に伴い、岩盤からオーバーパック表面方向へ発生し、岩盤との境界付近で膨潤応力の大きな上昇が確認された。これは膨潤応力が含水率の影響を受けているためであり、水分移動に伴う過渡期においては、含水率分布と連動して膨潤応力分布が発生することが、解析と実測データの両面から示された。温度の影響についても解析しており、当日は温度の影響についても報告する。

3. 結論

緩衝材中の膨潤応力分布の変遷は、実測データを概ね再現していることを確認した。

※本研究は、日本学術振興会科学研究助成金(20K05383)及びウエスコ学術振興財団研究活動費助成事業による成果の一部である。

参考文献

- [1] 核燃料サイクル開発機構, JNC TN1400 99-020(1999).
- [2] 核燃料サイクル開発機構, JNC TN8430 99-006(1999).
- [3] 幌延深地層研究センター, “幌延深地層研究計画 平成 29 年度調査研究成果報告”(2018).

*Daiko Okajima¹ and Haruo Sato¹

¹Okayama University