

埋め戻し材との力学的相互作用を考慮した緩衝材の膨潤挙動に関する検討

Laboratory experiments of the swelling behavior of bentonite buffer due to the mechanical interactions between the buffer and backfill materials

*木村 駿¹, 木野田君公¹, 杉田裕¹, 森岩寛稀², 丹生屋純夫², 高橋真一², 志村友行²

¹原子力機構, ²大林組

人工バリアの概念のひとつである処分坑縦置き方式において、埋め戻し材の持つ緩衝材の膨出を抑制する性能を評価するためには、緩衝材と埋め戻し材の力学的な相互作用を考慮した設計評価手法の整備が必要となる。そこで、緩衝材と埋め戻し材の力学的相互作用下での緩衝材における膨出挙動の把握を目的とした緩衝材と埋め戻し材を組み合わせた縮尺模型試験を実施した。

キーワード: ベントナイト, 緩衝材, 埋め戻し材, 膨潤

1. 緒言

人工バリアの概念のひとつである処分坑縦置き方式においては、処分坑に定置した緩衝材が地下水を吸収して処分坑道側へ膨出しその乾燥密度が低下することを防ぐために、埋め戻し材を坑道に充填することにより埋め戻す。緩衝材と埋め戻し材の境界面においては、緩衝材の膨潤圧と処分坑直上の埋め戻し材の自重に相当する荷重が相互に作用しており、緩衝材の膨潤挙動はこれらの力学的な相互作用の影響を受ける。そこで、緩衝材と埋め戻し材の力学的相互作用下における緩衝材の膨出挙動について室内での再現試験により把握することを目的として、幌延深地層研究センターの地下施設で実施中の人工バリア性能確認試験[1] (図1) を事例に実規模試験の1/20 スケールの緩衝材と埋め戻し材を組み合わせた縮尺模型試験を実施した。

2. 試験方法

図2に室内試験を実施する際に用いた縮尺模型試験装置を示す。また、緩衝材と埋め戻し材の材料仕様を表1に示す。人工バリア性能確認試験と同じ材料仕様の緩衝材と埋め戻し材を鋼製モールド内に設置し、実規模試験の力学的な状況を再現するために試験装置上部より埋め戻し材の自重相当の上載荷重 0.087MPa を載荷した。また、緩衝材と鋼製モールドの間の隙間にケイ砂を充填し、装置下部のポラスメディアを通じて注水したイオン交換水を緩衝材の外周のケイ砂層から緩衝材へと浸潤させることで実規模試験における注水状況を再現した。試験中は、装置上部に設置した変位計により、緩衝材の膨潤変形率を計測した。さらに、試験後には緩衝材を取り出し含水比計測を実施し、直径方向と高さ方向の含水比分布を確認した。

表1 緩衝材と埋め戻し材の材料仕様

	緩衝材	埋め戻し材
材料	ベントナイト:ケイ砂=70:30	ベントナイト:掘削ズリ=40:60
乾燥密度	1.8 Mg/m ³	1.2 Mg/m ³
含水比	10.5%	35.0%
直径	113 mm	120 mm
高さ	210 mm	105 mm

3. 試験結果

試験では、緩衝材への注水を約21日間継続し、緩衝材の飽和過程の初期段階における膨潤挙動の測定を行った。図3に注水量と膨潤変形率を示す。注水量の増加に伴い緩衝材の上方への膨出が確認され、その変形率は約5.3%であった。含水比測定にて得られた直径方向の含水比の分布より、給水境界に近い緩衝材外側が中央部に比べて含水比が大きいことを確認した。また、高さ方向では埋め戻し材との境界面に近い領域で含水比が大きいことを確認した。これらの膨潤変形率と含水比分布の測定結果より、緩衝材の飽和過程の初期段階ではあるものの想定した実規模試験での注水状況が再現でき、膨潤挙動が測定できていることを確認した。今後は、長期間の注水を伴う縮尺模型試験を実施し、飽和状態の進展に伴う緩衝材の膨出挙動を評価する。※本報告は、経済産業省資源エネルギー庁受託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(地層処分施設閉鎖技術確認試験)」の成果の一部である。

参考文献

[1] 中山ほか, JAEA-Data/Code2019-003 (2019)

*Shun Kimura¹, Kimihiro Kinota¹, Yutaka Sugita¹, Motoki Moriiwa², Sumio Niunoya², Shinichi Takahashi² and Tomoyuki Shimura²
¹JAEA, ²OBAYASHI

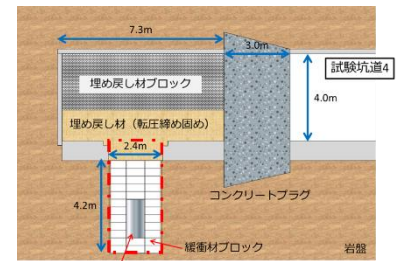


図1 人工バリア性能確認試験

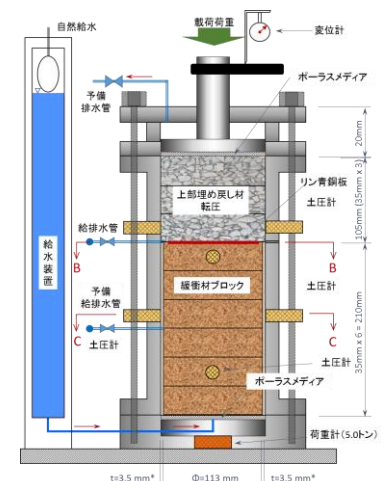


図2 縮尺模型試験装置

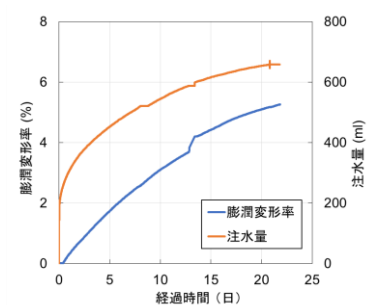


図3 給水量および膨潤変形量