

高レベル放射性廃棄物の地層処分における緩衝材の再冠水挙動に関する解析的検討

西松建設（株） 正会員 ○吉野 修，正会員 石山 宏二
 福島高専 正会員 金澤 伸一
 神戸大学 フェロー会員 飯塚 敦

1. はじめに

地層処分における緩衝材は，廃棄体定置時点では不飽和状態にあり，処分孔や処分坑道の埋め戻しが行われた時点から再冠水が始まり徐々に飽和が進行して行くものと想定されている．このとき，処分孔の施工および廃棄体の定置に伴い残存した間隙内の空気は，地下水の緩衝材への浸潤により外部への排気または地下水に溶存することにより，緩衝材は飽和状態となる．

地層処分の安全性を評価する上で再冠水による緩衝材の状態変化と，それに伴う処分孔または処分坑道にある廃棄体への影響を数値解析で再現し，把握することはきわめて重要であると考ええる．本報告では，地層処分に関わる事象を再現できる数値解析プログラムの整備の一環として，地下水の再冠水による緩衝材の不飽和～飽和の状態変化および膨潤挙動を数値解析的に表現し，再冠水の期間の長さによる緩衝材の挙動について検討した．

2. 解析条件

検討に用いた解析プログラムは，土／水／空気連成有限解析コード DACSAR-MP である．また緩衝材と埋戻し材を不飽和土として捉え，緩衝材を構成するベントナイトの膨潤性を表現できる高山ら¹⁾が提案した構成モデルをもとに空気溶存を考慮したものを使用した．図-1 に示すような解析モデルは第二次取りまとめの処分孔縦置き方式軟岩系岩盤の断面とする．解析は処分坑道を閉塞した時を初期状態とし，坑道および処分孔周囲からの地下水浸入は徐々に水頭が上昇して一定期間で最終的に水頭が 300m になるように設定した．再冠水完了までの期間をパラメーターとして 1 年から 100 年で設定し，解析の対象期間は 1000 年とした．解析に用いた主な物性値を表-1 に示す．

表-1 材料パラメーター

	乾燥密度 Mg/m ³	初期間隙比	初期飽和度	透水係数 m/sec
緩衝材	1.6	0.640	0.5	1.0×10^{-12}
埋戻し材	1.4	0.691	0.5	1.0×10^{-10}

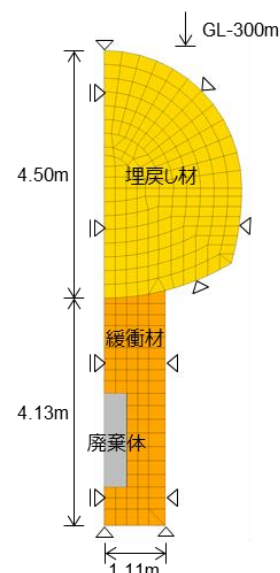


図-1 メッシュ図・境界条件

3. 解析結果

飽和度分布の経時変化を図-2,3, 着目点の飽和度の経時変化を図-4 に示す．地下水浸潤により坑道および処分孔周囲から飽和が進行し再冠水完了期間 100 年の場合では，約 60 年で廃棄体周囲の緩衝材が飽和する．一方，再冠水完了期間 10 年ではその期間になっても廃棄体上部の緩衝材に不飽和の部分が存在する．その後，不飽和部分も浸潤が進み飽和度が 0.95 以上となりほぼ飽和する．早期に再冠水すると外周部の緩衝材が飽和・膨潤し難透水層となるため内部への浸潤が遅くなることにより再冠水が完了しても不飽和の部分が残るものと考えられる．再冠水が緩やかに進むと外部の緩衝材の飽和が急激に進まないため内部への浸潤が進むことにより再冠水が完了する前に飽和になると考えられる．

再冠水時，地下水の浸潤が最も遅い廃棄体上部の緩衝材について，再冠水完了期間による挙動の違いを

キーワード 地層処分，緩衝材，再冠水，数値解析

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目 17-21 西松建設（株）技術研究所 TEL 03-3502-0279

図-5 に示す. 着目点の緩衝材の飽和度はすべて 0.95 以上となっているが, 再冠水期間が 50 年より短いものは完全飽和に至らないまま一定になっている. これは外周部の緩衝材が難透水層となり水の供給が減少した影響と考える. 早期に再冠水しても廃棄体周りの緩衝材が飽和するまでには 10 年程度かかることが分かる.

廃棄体近傍の最も飽和が遅い緩衝材について透水係数の違いによる飽和度の変化を図-6 に示す. 透水係数が $1.0 \times 10^{-12} \text{m/s}$, $1.0 \times 10^{-11} \text{m/s}$ では再冠水期間完了を待たずに飽和しているが, 透水係数が $1.0 \times 10^{-13} \text{m/s}$ では再冠水完了期間を過ぎてても飽和に至っていない.

4. おわりに

地層処分堅置き方式を対象として地下水の再冠水に伴う緩衝材挙動の解析を実施し, 再冠水完了期間による緩衝材の飽和挙動を再現・検討した. 再冠水完了期間の長さは緩衝材への地下水の浸潤量に影響し, 期間が短いと再冠水期間以上に飽和時間が必要となり, 逆に期間が長いとその期間より短い飽和時間になることが分かった. また, 透水係数が低いと長い飽和期間が必要となる. 廃棄体周囲の緩衝材は飽和が遅く不飽和状態が一定期間存在することがどのように処分システムに影響するか検討を進めていきたいと考えている.

参考文献

- 1) 高山裕介 ベントナイトの力学モデルと放射性廃棄物地層処分における緩衝材としての品質評価 神戸大学 (2014).
- 2) 日本原子力研究開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 第2次取りまとめ (2000)

