

粘土系材料が有する EDZ のシーリング機能の検証

(4) 原位置試験および浸透流解析による透水性評価

Study on sealing performance cut off excavation damaged zone with clay-based materials

(4) Evaluation of permeability based on in situ experiment and groundwater flow analysis

*壇 英恵¹, 本島 貴之¹, 木村 駿², 武田 匡樹²

¹大成建設, ²JAEA

粘土系材料が有する EDZ のシーリング機能の検証を目的として、これまで、原位置透水試験に基づきベントナイトを用いた粘土止水壁の止水性能を検証してきた。本報では新たに実施した原位置透水試験と浸透流解析に基づき、粘土止水壁の止水性能およびその経時変化に関する評価結果について報告する。

キーワード: 地層処分, EDZ, 止水プラグ, ベントナイト, 原位置透水試験, 浸透流解析

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、坑道周囲の掘削損傷領域 (EDZ) が水みちとなることを回避するための一つの手法として粘土系材料によるプラグ (止水プラグ) の設置が考えられる。止水プラグの遮断性能を明らかにする上では、要求性能を満足する材料仕様や施工方法を検討した上で、その性能を定量的な指標で評価することが重要である。本報では、止水プラグを模擬した粘土止水壁を構築し、粘土止水壁を含む試験系全体の原位置透水試験結果に基づき、浸透流解析により粘土止水壁の透水性とその経時変化の評価を試みた。

2. 原位置透水試験による試験系全体の透水性評価

幌延深地層研究センターの地下施設の350m調査坑道に設置した粘土止水壁を対象に原位置透水試験を実施した。試験孔 (EDZ-1 孔) から直径 0.4 m の円周上に幅 0.1 m、深さ 2 m の粘土止水壁をペレット状のクニゲル V1 を乾燥密度 1.20 Mg/m³ で充填することで構築した。EDZ-1 孔内の EDZ の区間を対象とした定圧注水試験を、粘土止水壁の設置から2ヵ月後 (透水試験①) と約1年後 (透水試験②) に実施した。透水試験②における区間圧力および注水流量の時間変化を図1に示す。透水試験②で得られた水圧差から Hvorslev 定常式より透水係数を算定したところ、粘土止水壁を含む試験系全体の透水係数は 2.0×10^{-9} m/s であった。

3. 浸透流解析による粘土止水壁の透水性評価

透水試験②の透水試験結果を再現する粘土止水壁の透水係数を浸透流解析により推定した。図2に示すように試験系の対称性から試験領域の4分の1をモデル化し、路盤コンクリート、健岩部、路盤下のズリ堆積部分 (ズリ)、EDZ、および粘土止水壁を3次元の解析モデルで表現した。路盤コンクリートの透水係数は既往文献[1]に基づき 3.3×10^{-11} m/s とした。健岩部の透水係数は EDZ-1 孔内の EDZ の下部に位置する岩盤を対象とした透水試験を別途実施し、 2.6×10^{-9} m/s と設定した。ズリおよび EDZ は既往検討[2]に基づき、それぞれ 4.8×10^{-4} m/s、 3.0×10^{-6} m/s とした。粘土止水壁の透水係数を感度パラメータとした浸透流解析を実施し、透水試験②で得られた試験系全体の透水係数を再現できる粘土止水壁の透水係数を推定したところ 1.8×10^{-10} m/s であった。

4. 結論

粘土止水壁設置の約1年後に原位置透水試験 (透水試験②) を実施したところ粘土止水壁を含む試験系全体の透水試験は 2.0×10^{-9} m/s となり、透水試験①の結果 (2.7×10^{-9} m/s) と同等の結果が得られた。また、浸透流解析により粘土止水壁の透水係数を 1.8×10^{-10} m/s と推定した。これは施工目標として設定していた 10^{-11} m/s のオーダーよりも若干高いものの、幌延の地下施設が位置する稚内層の岩盤基質部の透水係数[3]と概ね整合する値である。以上のことから、ベントナイト系材料により構築された粘土止水壁の止水性能は設置後約1年の期間、岩盤基質部相当の止水性能を保持していることが示された。今後も引き続き定期的に透水試験を行い、粘土止水壁の透水性の経時変化を評価していく予定である。

※本報告は、経済産業省委託事業「令和2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] 土木学会: 2002年版 コンクリート標準示方書 改定資料, p.91(2002). [2] 壇英恵 他: 粘土系材料が有する EDZ のシーリング機能の検証 (3) 浸透流解析による透水性評価土木学会, 日本原子力学会 2020 秋の大会(2020). [3] Kurikami, H. *et al.*, Scale effect and heterogeneity of hydraulic conductivity of sedimentary rocks at Horonobe URL site, *Phys Chem Earth*, 22, pp.537-544, 2008.

*Hanae Dan¹, Takayuki Motoshima¹, Shun Kimura² and Masaki Takeda²

¹TAISEI, ²JAEA

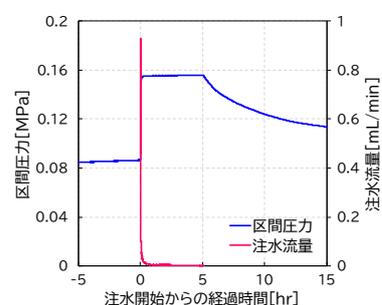


図1 透水試験②
区間圧力・注水流量の経時変化

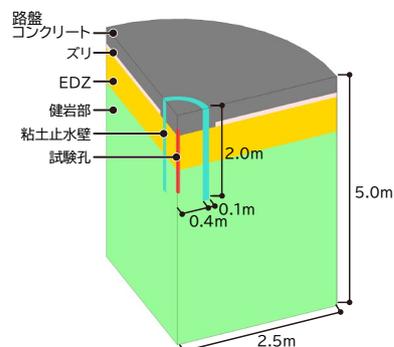


図2 解析モデル概略図