

処分孔モデル実験による緩衝材の自己シール性能に関する評価

(財)電力中央研究所 正会員 小峯秀雄
日揮(株) 正会員 長田 徹、正会員 高尾 肇、正会員 中島 晃
東京電力(株) 植田浩義、正会員 木元崇宏

1. はじめに 我が国ならびに欧米各国で考えられている高レベル放射性廃棄物の有力な処分方法の一つとして、廃棄物を収納容器に収め、地下数百 m より深い岩盤中に設けた処分孔ピットに埋設し、廃棄物収納容器と周辺岩盤との間を緩衝材と呼ばれる土質材料で埋め戻す方法が考えられている。この緩衝材にはベントナイトを主体とする土質材料を高圧で締固めて利用することが検討されており^{1),2)}、長期間にわたって廃棄物を人間の生活圏から隔離することに加え、処分施設の建設に伴い生じる廃棄物収納容器や周辺岩盤と緩衝材の間の隙間部分を膨潤変形により充填する役割すなわち自己シール性(図1参照)が期待されている。このような隙間が充填されずに残った場合あるいは充填の程度が不十分であった場合には、核種の移行経路となる水みちを形成する可能性が大きいと考えられている。

しかし、緩衝材の自己シール性機能に関する実験データは少なく、定量的に評価するためのデータベースの構築が今後の重要課題と考えられている²⁾。そこで本実験では、自己シール性を定量的に評価することを目的として、周辺岩盤、緩衝材、廃棄物収納容器およびそれらの間の隙間部分を模擬した実験を実施し、緩衝材が膨潤変形により隙間を充填した後に発生する圧力(以下、「発生圧力」と記述)と緩衝材・処分孔壁間の境界部に通水が確認される水圧との関係を調査した。

2. 実験装置および供試体 図2に示すように、参考文献3)で提示された処分孔施設寸法(緩衝材の厚さ:400mm、緩衝材・処分孔壁間の隙間幅:40mm、緩衝材・廃棄物収納容器間の隙間幅:10mm)を1/5縮尺した処分孔モデル実験装置を用いた。試験容器の外壁部には発生圧力を測定するための土圧計およびひずみゲージを設置し、ポラスメタルを介して供試体に蒸留水を給水できるようにしている。供試体はNa型ベントナイト(クニミネ工業社製クニゲルV1)もしくはこれに砂(三河珪砂6号)を混合した材料を外径332mm、内径

172mm、高さ50mmのドーナツ型に締固めて作製した。供試体のベントナイト配合率および初期乾燥密度を変化させて組み合わせ、表1に示す4ケースの実験を実施した。

3. 実験方法 供試体を試験容器内に所定の隙間を残すように定置し、試験容器の下部から200~300mmの水頭差により給水する。その後、あらかじめ設

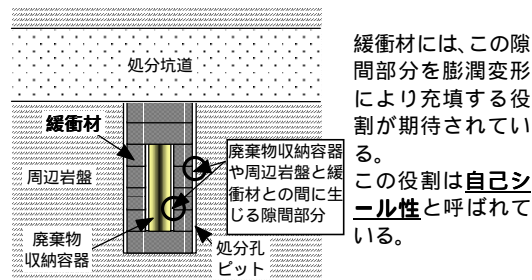


図1 緩衝材の自己シール性

表1 実験ケース

ケース名	ベントナイト配合率 (%)	初期乾燥密度 (Mg/m ³)	試験期間 (h)
SP1.58-80	80	1.5766	97
SP1.86-80	80	1.8629	98
SP1.60-100	100	1.5979	97
SP1.81-100	100	1.8129	96

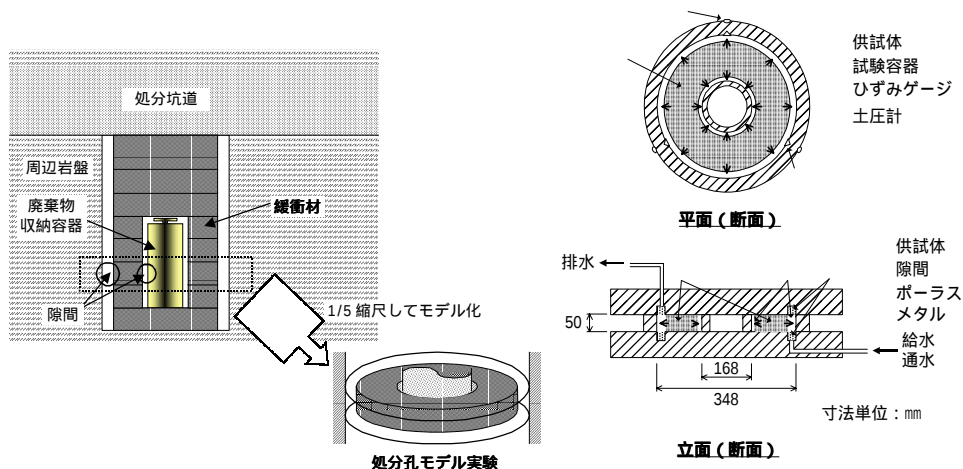


図2 処分孔モデル実験装置の概念図

キーワード：原子力、廃棄物、ベントナイト、膨潤、模型実験

連絡先：横浜市西区みなとみらい2-3-1、TEL045-682-8385、FAX045-682-8812

定した時刻に通水試験を実施した（1 ケースにつき 14 回）。通水試験においては試験容器壁面に沿って供試体上下間における通水圧差を段階的に増加させ、各通水圧差において破過するか否かを調査し、破過した場合にはそのときの破過通水圧差を計測した。なお、1.0ml/min 以上の通水量があった場合に破過したものと見なし、そのときの通水圧差を破過通水圧差とした（図 3 参照）。

4. 実験結果 発生圧力の経時変化の 1 例を図 4 に示す。発生圧力は供試体の膨潤変形により隙間を充填した後、徐々に増加する。ある程度発生圧力が増加した状態において通水試験を実施した場合、発生圧力は急激に増加してピークを示し、その後、通水試験前程度の発生圧力まで減少する。これは通水圧差によって供試体がボアソン比に応じて変形するため、通水圧差とほぼ同等の圧力が発生し、破過するとその圧力が解消されることによるものと考えられる。

通水試験における発生圧力と破過通水圧差の関係を全実験ケースについて調査した結果を図 5 に示す。発生圧力については図 4 中に示した通り通水試験直前の値を用いて整理した。図 5 によれば、すべての通水試験の破過通水圧差は発生圧力の約 4 倍以上の値となっていることが分かる。これは、発生圧力の 4 倍の通水圧差が作用しても処分孔壁と緩衝材の間は破過しない、すなわち通水圧差が発生圧力の 4 倍以下の範囲であれば緩衝材は有効な自己シール性を発揮するということを表している。

5. まとめおよび今後の課題 今回の実験では供試体の高さを 50mm とし、発生圧力と破過通水圧差の関係を調査した。今後は異なった高さの供試体について実験を実施し、実寸の緩衝材に適用できるよう本結論を拡張する必要がある。なお、本報告は電力 10 社による電力共通研究「高レベル廃棄物処分における人工バリア物性評価に関する研究」の成果の一部を紹介したものである。

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構：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－地層処分研究開発第 2 次取りまとめ－ 総論レポート，JNC TN 1410 99-020, 1999.
- 2) (財)電力中央研究所・電気事業連合会：高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術, 1999.
- 3) 緒方信英、小崎明郎、植田浩義、朝野英一、高尾肇：高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術—その 4 人工バリアの設計と製作—、原子力バックエンド研究, Vol. 5, No. 2, pp.103-121, 1999.

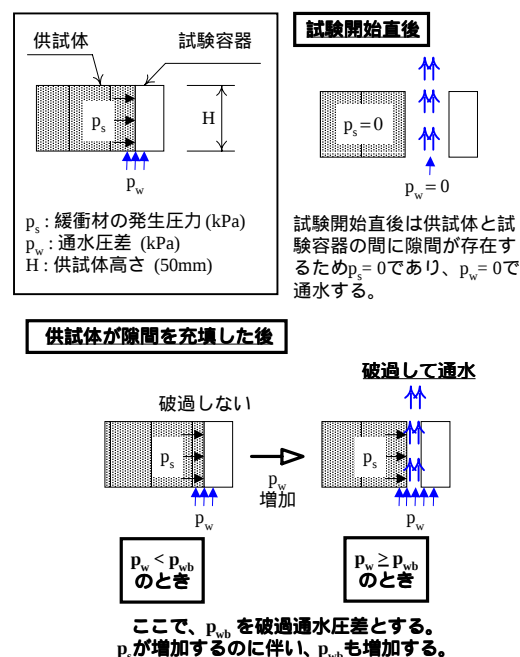


図 3 通水試験および破過通水圧差の概念図

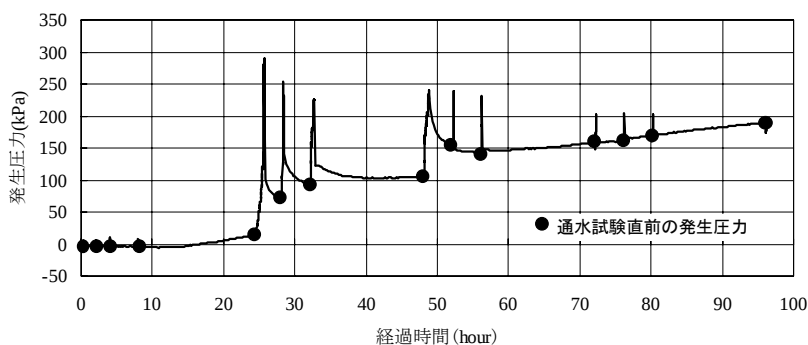


図 4 発生圧力の経時変化の一例（SP1.81-100 のケース）および通水試験直前の発生圧力の取得方法

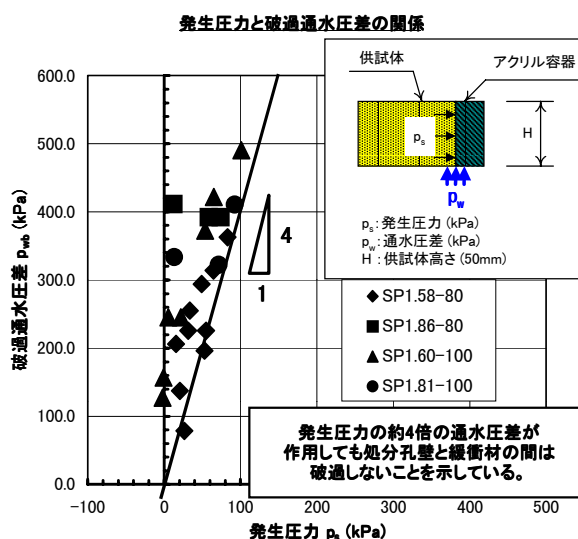


図 5 実験結果-発生圧力と破過通水圧差の関係