

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その3） —緩衝材ブロック間の隙間浸透実験による許容湧水量の検討—

戸田建設（株） ○正会員 関根一郎，山田 勉，関口高志
（独）日本原子力研究開発機構 正会員 藤田 朝雄，中西達郎

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分における地下坑道への湧水抑制対策として、岩盤亀裂を対象にグラウト注入が検討され、グラウト材料の開発が進められている。しかしながら、高レベル放射性廃棄物処分施設の湧水量はどこまで許容されるのかについては、系統だった検討がなされていないのが実情である。本報告では、許容湧水量検討の第一段階として緩衝材としてベントナイトブロックを使用する場合を想定し、緩衝材ブロック間の隙間浸透実験を実施し、処分孔周辺の許容湧水量を検討した結果を報告する。

2. 許容湧水量の検討事例

フィンランドやスウェーデンでは地下施設の許容湧水量が設定されている。Posiva 社では地下実験施設（ONKALO）の湧水流入量の目標を 140L/min 以下と定めている¹⁾。この値は達成可能な最も低い流入量として 1-2L/min/100m になるように設定された。また、フィンランドコンクリート協会の分類によれば、シーリングクラスはグラウト注入の必要性により 4 段階に分類されており、処分場は最上クラス（AA）に位置づけられ、許容湧水量は 1-2L/min/100m 以下とされている²⁾。SKB では許容湧水量を処分孔で 1 ヶ所あたり 0.1L/min、処分坑道で 1.7 L/min/100m、アクセス坑道などその他の地下施設で 10L/min/100m としている。これらの許容湧水量は、SKB では解析や経験に基づき設定されるがエンジニアリングジャッジも重要との考えを示しており³⁾、Posiva 社では地下水の流入量はできるだけ少ない方が良い、地下水位が海水準より大きく下がらない方が良い、などの考え方¹⁾に基づいて工学的判断を含めて決められているのが実情である。地質条件の異なる我が国においては独自に系統だった検討が必要だと考える。

3. 実験概要

許容湧水量を検討する第一段階として、緩衝材をリング状ブロックで処分孔内に設置する場合を考える。湧水が処分孔周辺岩盤から緩衝材と岩盤との空隙に帯水した場合、図-1 の①に示すオーバーパック下面と同等の高さのベントナイトブロック間の隙間が最も浸透しやすい条件となるので、その隙間を対象に浸透実験を実施した。

実験装置の概要図を図-2 に示す。緩衝材ブロックリングを 1/16 分割した大きさと製作したベントナイトブロックを 2 個重ねることによりブロック間隙間を模擬した。緩衝材ブロックは、クニミネ工業(株)のクニゲル V1 と珪砂 3 号、5 号を乾燥重量比で 70 : 15 : 15 で混合し、含水比を 15% に調整し、金型でプレスして作成した。緩衝材ブロックには施工状況を模擬して上部のブロック

の荷重を段階的に上載荷重として作用させた。ブロックの外側には、孔壁とブロック鉛直面を模擬した 2cm の空隙を設け、そこへ注水した。注水した水の塩分は我が国では幌延深地層研究センターのように高い塩分を含む地下水も存在することから、淡水および海水（30、50、100%）を対象とした。海水は八洲薬品(株)の人工海

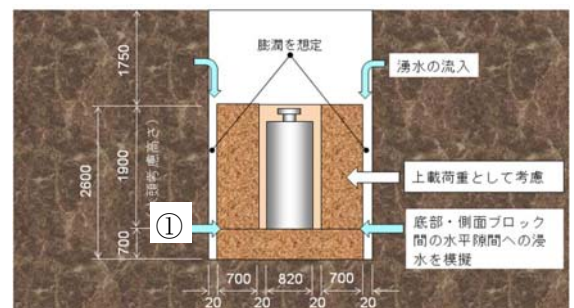


図-1 処分孔の湧水と隙間浸透

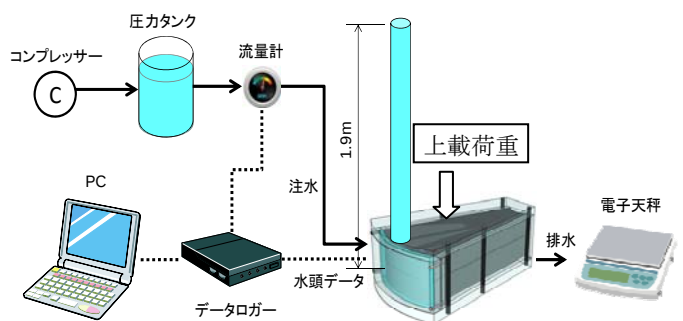


図-2 実験装置概要図

キーワード 許容湧水量、緩衝材ブロック、グラウト、放射性廃棄物、地層処分

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設（株）土木本部 岩盤技術部 TEL 03-3535-6316

水アクアマリンを使用した。水位上昇速度は図-3に示すように緩衝材ブロックの施工時間⁴⁾と湧水による緩衝材ブロック周囲の空隙の水頭上昇を勘案し、定置中のブロック上面を湧水がオーバーフローしない限界の水位上昇速度(20mm/min)で実験を実施した。なお、この水位上昇速度は、処分孔当たりの湧水量 2.7L/min に相当する。

4. 実験結果および考察

隙間浸透実験結果一覧表を表-1に示す。また、代表的な実験結果の状況写真を図-4に示した。

淡水条件(Case 1、図-4)では、ベントナイトブロックの鉛直面が実験中に3~4mm程度膨潤し、ブロック間の隙間に水が最大45mm浸透したが、処分孔内側まで隙間に水が浸入することはなかった。

海水条件ではいずれもブロック鉛直面のベントナイトが徐々に剥落し、処分孔壁と緩衝材ブロックの間隙に沈殿した。剥落は塩分濃度が高いほど著しかったが、いずれのケースでもブロック間隙間への浸透は認められず、処分孔のベントナイトブロックを施工する間に増加する水圧(処分孔当たり 2.7L/minの湧水量に相当)に対しては十分な遮水性を有すると認められた。

5. おわりに

緩衝材ブロックを定置する間の処分孔への湧水を対象に許容湧水量を実験的に検討した。その結果、今回の設定条件では緩衝材ブロックを積み重ねた際の隙間は十分な遮水性を有し、緩衝材ブロック定置中の処分孔への湧水に対して緩衝材上部をオーバーフローしない範囲では処分孔内側への流入は生じないことがわかった。今後、処分坑道まで含めた湧水処理費用とグラウト費用による湧水抑制を対比した経済性、処分坑道の埋め戻し時の湧水量条件の考慮など、別の視点からの許容湧水量の検討を進める必要があると考える。

なお、本研究は経済産業省資源エネルギー庁「平成22年度地層処分技術調査等委託費(高レベル放射性廃棄物関連：地下坑道施工技術高度化開発)」の一部として実施したものである。

参考文献

- 1) Arenius M., Hansen J., Juhola P., Karttunen P., Koskinen K., Lehtinen A., Lyytinen T., Mattila J., Partamies S., Pitkänen P., Raivio P., Sievänen U., Vuorinen U., Vuorio M.: “R20 Summary Report: The Groundwater Inflow, Management in ONKALO – the Future Strategy”, Posiva WR 2008-44 (2008).
- 2) Ranta-Korpi R., Karttunen P., Sievänen U.: “R20 Programme: Field Testing of Grouting Materials”, Posiva WR 2007-102 (2008).
- 3) SKB: “Final repository facility Underground design premises/D2”, SKB R-07-33 (2007).
- 4) 原子力環境整備促進・資金管理センター: “平成17年度地層処分技術調査等、遠隔操作技術高度化調査報告書”, (2006).

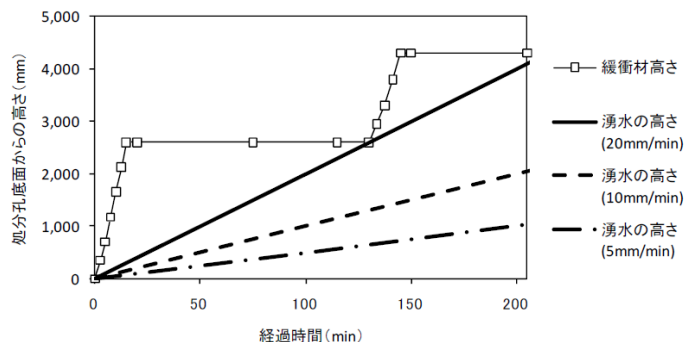
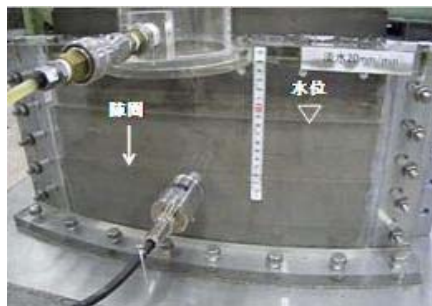


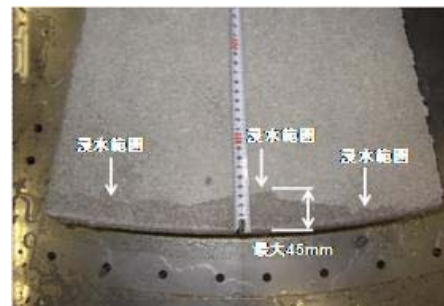
図-3 緩衝材ブロックの施工進度と湧水の高さ

表-1 隙間浸透実験結果

地下水条件 (Case No.)	隙間浸透結果	ブロック鉛直目の観察結果
(1) 淡水	隙間入口から最大 45mm 浸水	・ブロック鉛直面が 3~4mm 程度膨潤
(2) 30%海水	浸水なし	・ブロック鉛直面が徐々に剥落し、最終的に 1mm 程度欠損 ・ブロック前面に高さ 15mm 程度沈殿
(3) 50%海水	浸水なし	・ブロック鉛直面が剥落し続け、最終的に 5mm 程度崩壊 ・ブロック前面に高さ 150mm 程度沈殿 (乾燥質量 512g)
(4) 100%海水	浸水なし	・ブロック鉛直面が剥落し続け、最終的に 15mm 程度欠損 ・ブロック前面に高さ 180mm 程度沈殿 (乾燥質量 752g)



(a) 側面注水状況



(b) 浸水状況

図-4 Case 1 (淡水)