

湧水が緩衝材の施工品質に及ぼす影響とその対策

鹿島建設 正会員 ○石井 健嗣、小林 一三、笹倉 剛
 原環センター 非会員 朝野 英一、正会員 鈴木 圭、竹内 伸光

1. はじめに

これまでに実施されてきた放射性廃棄物処分施設におけるベントナイト系人工バリア（以下、緩衝材）の施工に関する検討では、湧水のない箇所を選択¹⁾したり、防水シートを設置²⁾したりすることによって、施工エリアや緩衝材自体が湧水や滴水などを受けないようにする対策がなされてきた。このため、緩衝材施工時の湧水や滴水が緩衝材の施工品質に及ぼす影響に関しては十分に検討されていない。そこで、湧水環境を想定した実規模の施工エリアに対して、緩衝材の原位置施工法の一つであるベントナイト吹付け工法³⁾を用いた施工試験を実施し、湧水が緩衝材の施工品質に及ぼす影響とその対策に関する検討を行った。

2. 湧水環境を想定した吹付け施工試験

吹付け施工試験は、地層処分施設における縦置き処分ピットを想定した実規模のリング型モールド（外径 2,360mm、内径 860mm、高さ 650mm）を 4 分割した領域（図 1 参照）を対象に実施した。このモールドの側面には、底盤から 50、250、450mm の高さに 9 個の孔が等間隔で配置されており、各孔に対して、フローポンプで水道水を圧送することによって、湧水を再現した（図 2 参照）。堆積岩を模擬して面的な湧水を想定し、全 27 箇所の孔から総流量 0.1L/min の湧水を生じさせる Case1 と、結晶質岩を模擬した噴水状の湧水を想定し、高さの異なる 3 箇所の孔から総流量 0.1L/min の湧水を生じさせる Case2 の 2 パターンを行った。なお、この 0.1L/min の流量は、POSIVA 社が定めている処分孔 1 本当たりの許容湧水量の上限値⁴⁾を参考に設定した。吹付け材料には、Na 型ベントナイト（クミネ工業産クニゲル V1）に珪砂（三河珪砂 V3 号とアルバニー珪砂 5 号を質量割合 1:1 で混合）を乾燥質量割合 7:3 で混合した珪砂混じりベントナイトを使用した。

吹付け施工試験の結果、Case1,2 共に、湧水は吹付け時の風圧で瞬時に吹き飛ばされて、吹付け対象箇所は一時的に水の影響がなくなるため、緩衝材の構築は可能であった（図 3 (a) 参照）。しかしながら、各 Case の施工後において、緩衝材の天端部にパイピング・エロージョン現象に伴う漏水を確認した（図 3 (b) 参照）。このことから、ベントナイト吹付け技術は、0.1L/min の湧水環境下で緩衝材の施工は可能であるが、湧水を完全に止めることは困難であることがわかった。



図 1 実規模ピットを 4 分割したリング型モールド

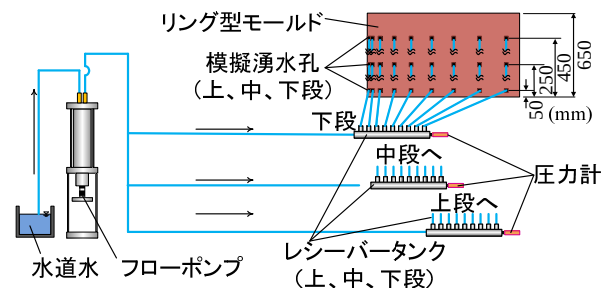


図 2 湧水再現装置 (Case1)

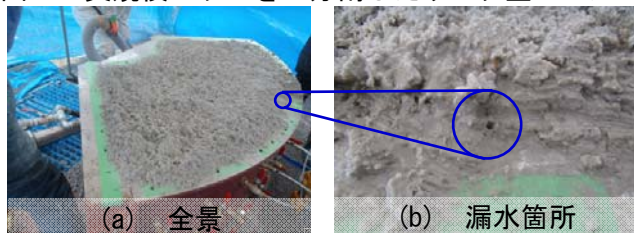


図 3 構築した緩衝材



図 4 緩衝材の体積拘束

キーワード 地層処分施設、湧水、緩衝材、吹付け施工

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社技術研究所 TEL 042-489-6659

3. 体積拘束した緩衝材への人工給水効果

次に、処分ピットへの仮設プラグ設置下でのパイピング・エロージョン現象に対する緩衝材の膨潤効果を確認するために、吹付け試験終了後、モールドに上蓋を設置し(図4(a)参照)、緩衝材の体積を拘束した状態で、送水圧 200kPa で給水を行い(図4(b)参照)、緩衝材を膨潤させた。人工給水を約 50 日間継続した後、緩衝材の体積拘束を解除し、吹付け施工時と同じ総流量 0.1L/min で再度送水を行った。Case1,2 における送水開始からの経過時間と送水圧の関係を図5に示す。なお、図5には、参考値として、吹付け施工中に計測した最大送水(破過)圧を赤線で示している。

図5から、Case1,2 共に最大送水(破過)圧(図中の○参照)は、吹付け施工中の値と比較して高く、その増加量は、Case1 で 188kPa、Case2 では 46kPa であった。また、送水圧の経時変化に着目すると、Case2 では、最大送水(破過)圧を示した後に 150kPa 程度まで低下しているが、Case1 の場合では、ほぼ最大送水(破過)圧のままで推移していることがわかる。これは、Case1 が 27 箇所から給水したことに対して、Case2 の給水箇所が 3 カ所と少なく、その膨潤領域が Case1 に比べ局所的であったため、一旦、破過すると給水による膨潤効果がなくなるためと考えられる。このことから、緩衝材のパイピング・エロージョン対策として人工給水を実施する場合、給水箇所はなるべく分散させて膨潤領域を広範囲に亘るようにした方が、抑制効果の高いことがわかった。

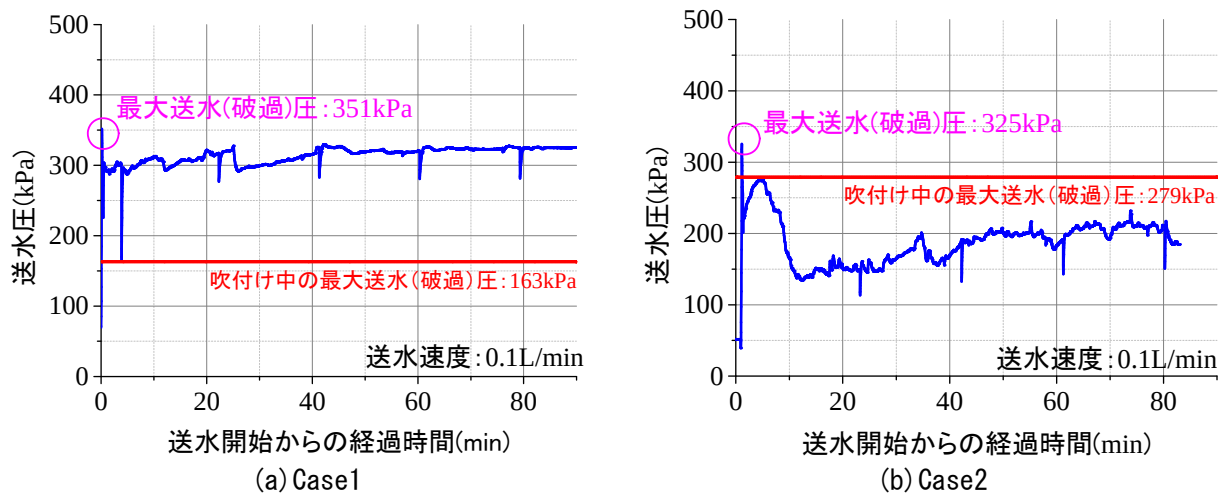


図5 経過時間－送水圧の関係

4. まとめ

ベントナイト吹付け工法は、湧水環境下においても緩衝材の構築が可能であるが、湧水を完全に止めることは困難であった。また、吹付け施工時に発生したパイピング・エロージョン現象は、仮設プラグなどによって体積拘束した緩衝材を効率良く膨潤させることによって抑制できる可能性を確認した。今後は、緩衝材の膨潤挙動が非常に緩慢であることに鑑みて、体積拘束した緩衝材への人工給水を長期間継続し、緩衝材を十分に膨潤させた後に再度パイピング・エロージョン現象の抑制効果を検討する予定である。さらに、リング型モールドの解体後には、緩衝材内の密度分布や浸潤状況も確認する予定である。本報告は、経済産業省からの委託である「平成 25 年度地層処分技術調査等事業処分システム工学確証技術開発」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構：釜石原位置試験総括報告書,1999.3. 2) 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 19 年度管理型処分技術調査等委託費地下空洞型処分施設性能確証試験報告書,2008. 3) I.Kobayashi,et al.,:Development of construction methods of the bentonite engineered barrier by the high-density shotclay system, Workshop on long-term performance of smectitic clays embedding canisters with highly radioactive waste, in Lund, Sweden, Nov. 2007. 4) Posiva Oy. :Horizontal Deposition of Canisters for Spent Nuclear Fuel Summary of the KBS-3H Project 2004 – 2007, Dec. 2008.