

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その5）

—幌延 URL 原位置適用性試験—

(独)日本原子力研究開発機構 ○正会員 岸 裕和

正会員 泉 敦

鹿島建設(株) 技術研究所 正会員 戸井田 克

1. はじめに

地層処分におけるグラウト技術の高度化研究として、天然バリアである岩盤の長期的変質を軽減する低アルカリ性の注入材料の開発、深度 500～1000m 程度を想定した高压対応装置の開発、およびグラウト材料が地質環境へ与える影響評価技術の開発を実施している。この中で、開発したグラウト材料および高压対応機器の施工性および適用性を確認するため、原位置適用性試験を実施するとともに、グラウト注入範囲の推定に用いるグラウト浸透モデルの適用性の評価を行った。本報では、原位置適用性試験のグラウト注入試験結果について報告する。

2. 試験実施場所の地質性状

試験サイトは、当機構が北海道天塩郡幌延町に現在建設を進めている深地層研究施設における、250m 換気立坑大型試験座（GL-250m）とした。図 1 に、サイト周辺の地質構造を示す。試験実施場所は、新第三紀堆積岩である珪藻質泥岩主体の声間層と珪質泥岩主体の稚内層の境界付近に位置する。地層境界以下には数十 m にわたり遷移帯が分布しており、比較的高透水性の領域として予想されていた。また、高透水性の領域では、断層周辺に存在する引張割れ目のネットワークが、主たる水みちとなっていることが既実施の調査により判明していた。

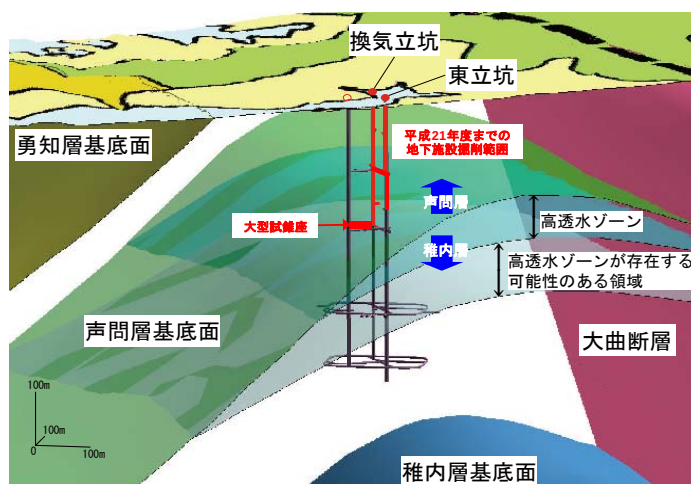


図 1. 試験サイトの地層分布

3. 試験実施結果

(1) 試験実施手順

試験孔配置を図 2 に示す。グラウト注入を実施する範囲は、表層 2m を除き 3 ステージ(1 ステージ 5m)とし、岩盤の亀裂の分布に応じ、注入区間長を一部調整した。グラウト注入範囲には小断層が存在しており、その付近は比較的高透水性となっていることが想定された。

グラウト試験に先立ち実施した先行ボーリングにより、断層近傍の割れ目にはメタンが溶存し、削孔による開放に応じて地下水から遊離したガス圧が作用することによって、孔壁の自立性を損なう場合があることから、試験孔のグラウト方式については、フォアステップ(1 ステージ 5m ごとの掘進・グラウトのサイクル)とした。

実施手順としては、注入孔①、②の順でグラウトを注入し、確認孔①、②によりグラウトによる改良性状とグラウト到達状況を把握した。なお、グラウト注入前には、透水試験の他、ボアホールテレビによる割れ目の観察を実施した。

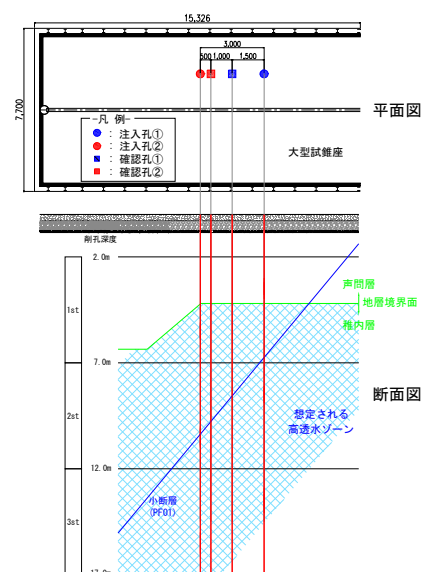


図 2. 試験孔配置図

キーワード グラウト, 原位置試験, 低アルカリ性セメント, 高レベル廃棄物処分, 堆積岩

連絡先 〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33 (独)日本原子力研究開発機構 ニアフィールド研究グループ TEL. 029-282-1111

(2) グラウト注入特性

試験に用いたグラウト材料は、超微粒子セメントとシリカフュームを等重量比で配合した低アルカリ性セメントであり、水粉体重量比(W/B)は125%, 600%, 分散剤(スルホン酸系ナフタレン)は粉体比 5.5%(共通)とした。グラウトは、W/B と注入圧力のレベル(限界圧力程度または未満)の組み合わせにより実施した。ここでは、高濃度配合(W/B=125%)による注入結果の例について述べる。この配合については、既実施の配合試験により処分坑道建設時のプレグラウトへの適用を想定した配合である。図3に限界圧力未満とその程度の注入圧力による結果について示す。限界圧力未満の注入では実質的に有効な注入量は得られなかった。一方、限界圧力程度の注入では、昇圧時に限界圧力が発生し、岩盤の割裂を伴う注入状態が継続したために注入量は増加した。なお、低濃度配合(W/B=600%)による注入結果についても、高濃度配合と同様、限界圧力未満の注入圧力では有効な注入流量を得られず、限界圧力程度では岩盤の割裂を伴う注入となり注入量が増加した。

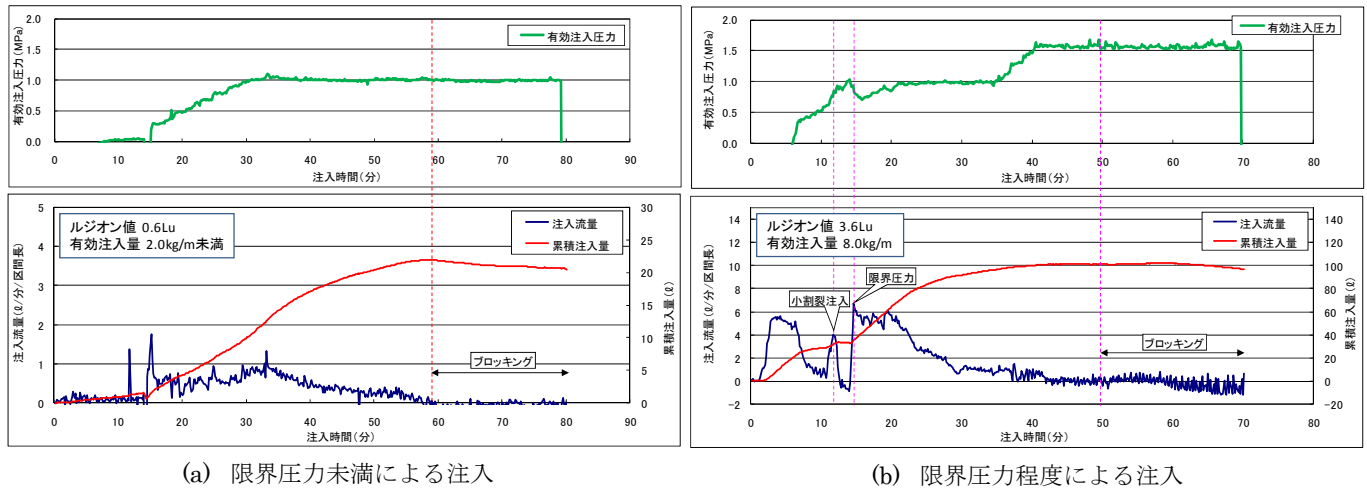


図3. グラウト注入結果例

(3) グラウト改良性状

注入を実施したグラウトには着色剤(バイフェロックス)を用いてステージごとに色を変え、粉体重量比 3 ~5%を添加し、確認孔に到達したグラウトの判別を容易に行えるようにした。この結果、限界圧力未満で注入されたグラウトは、注入孔付近の確認孔では到達が確認されなかった。一方、限界圧力程度で注入されたグラウトは確認孔で到達が確認された。しかし、グラウトが確認されたステージの割れ目の一部分への到達が確認されたことに留まり、割裂注入によりグラウトが割れ目を選択的に浸透したことが推察される。また、注入孔②から注入されたグラウトは近傍(50cm 離れ)の確認孔②において確認されており、確認孔②の透水性は注入孔②の透水性より低下していたことから、使用したグラウトの止水性は認められたと考えられる。

4. まとめ

今回の原位置試験では、低アルカリ性セメントによるグラウト材料の適用を確認した。適用ステージの数ルジオン程度以下の透水性の地質に対しては、岩盤への有効な注入量を得るためには、限界圧力程度による岩盤の割裂を伴う注入が必要となる。しかし、割裂注入は選択的な割れ目への注入を促すため、均質なグラウト改良が得られにくい。これは、グラウトを注入したステージ割れ目の水理的開口幅は 50 μ m 程度かそれ以下であり、当グラウトのセメント粒径からみて浸透限界程度であることが要因と考えられる。地層処分坑道建設におけるグラウトには、0.1 ルジオン未満のオーダーまでの透水性の改良が求められ、そのためには今回のケースでは従来よりもさらに微小粒径かつ低粘性なグラウト材料が望まれることから、別途代替材料の開発研究¹⁾を実施している。

なお、本研究は経済産業省資源エネルギー庁の「平成 21 年度地層処分技術調査等委託費 (高レベル放射性廃棄物処分関連：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) Naito, M., et.al: Development of Superfine Spherical Silica Grout as an Alternative Grouting Material for the Geological Disposal of Long-lived Radioactive Waste, Proceedings of the 18th International Conference on Nuclear Engineering, 2010.5(recd.)