

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その 10） 原位置適用性試験計画

（独）日本原子力研究開発機構 正会員 ○小林 保之 杉田 裕 泉 敦
鹿島建設（株） 正会員 戸井田 克 笹倉 剛

1. はじめに

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発では、天然バリアとなる岩盤の変質を最小限とする低アルカリ性グラウト材料、深度 1000m 程度までの地下水圧環境を想定した注入技術、グラウト材料が地質環境に与える長期的な影響評価手法など一連の技術開発を体系的に実施している。これらの技術の原位置における適用性を確認する本試験は、開発した新材料の施工性や湧水抑制効果（改良効果）の確認と、グラウト影響評価で初期条件となる注入範囲を予測するグラウト浸透モデルの適用性を検証することを目的としている。ここでは、試験計画の概要について報告する。

2. 原位置試験サイトの特徴

試験サイトは、原子力機構が北海道天塩郡幌延町にて建設を進めている幌延深地層研究センターの地下施設（以下、幌延 URL）とした。試験は換気立坑の深度 250m に位置する大型試験錐座から 30m 程度下方に位置すると想定される高透水ゾーンを対象に行う。

図-1 に、幌延 URL の地質、および換気立坑の中心から 17m 離れた位置において地表からのボーリング孔（PB-V01）から測定した透水係数を示す。高透水ゾーンは、珪藻質泥岩を主体とする声問層と珪質泥岩を主体とする稚内層の遷移帯に位置し、その透水係数は最大 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{m/s}$ オーダーで、コア観察の結果からも割れ目等の不連続性が確認されている。なお、この透水係数は、PW（パルス試験）、SW（スラグ試験）、RW（定流量揚水試験）から求められた、いずれも揚水試験によるものであり、グラウトに先立ち実施されるルジオン試験のような注水試験によるものではない。

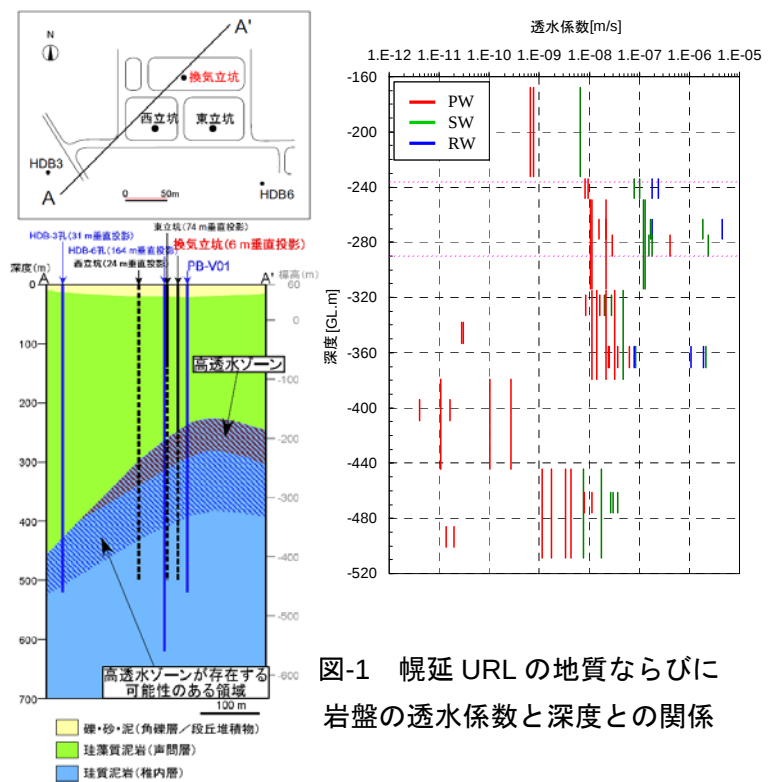


図-1 幌延 URL の地質ならびに
岩盤の透水係数と深度との関係

3. 試験内容

試験項目および内容については、実際の施工手順や試験目的を考慮し、注入前の事前調査、注入試験、注入後の事後調査に分けて計画を立案した。

(1)事前調査

一般にトンネルグラウトは掘削前に実施するプレグラウトと掘削後のポストグラウトに大別されるが、効率的な改良を行うためには、高圧注入が可能な前者の方が有利であると考えられる。プレグラウトでは改良対象となる亀裂特性を十分に把握することが重要であり、例えば、フィンランドの Posiva 社では、100～200m のパイロットボーリングと 20m のプローブ（探り）削孔の双方を実施し、亀裂特性を把握している¹⁾。そこ

キーワード 高レベル放射性廃棄物、地層処分、グラウト、低アルカリ性セメント、グラウト浸透モデル

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 TEL029-282-1111

で本件の事前調査では、図-2 に示すパイロット孔により高透水ゾーン的位置や透水性、あるいは限界圧力等を確認した上で、物理探査孔を利用した孔内検層や孔間トモグラフィー等により注入対象区間の地質構造を十分把握するとともに、孔間透水試験により亀裂の連続性を確認することとした。

(2)注入試験

試験に用いる材料は、低アルカリ性の超微粒子セメント系材料（シリーズその3 参照）とした。従来のセメント系グラウト材料では、水比により亀裂への浸透性や目詰まりを制御するが、本材料は水比を 125%程度とし、分散剤の添加率により流動性（降伏値や塑性粘度）を変化させて浸透性を制御する点が異なっている。ただし、類似材料の検討例では雰囲気温度等の影響により流動性が変化すると報告²⁾があることから、注入前に原位置にて分散剤の添加率が流動特性に与える影響について把握することとした。

注入方法は図-2 に示す孔配置を基本として中央挿法により改良効果を確認しながら注入することとした。最大注入圧力は事前調査によって求めた限界圧力以下とし、注入管理についてはグラウト浸透モデル（シリーズその9 参照）を用いた注入時間で管理することとした。このモデルは亀裂開口幅、材料の流動性、注入圧等をパラメータとして注入時間と亀裂内の浸透距離との関係を求めるものであり、これを基に予め設定した浸透距離（3m程度）に対応する注入時間に達した時点で注入完了とする方法である。

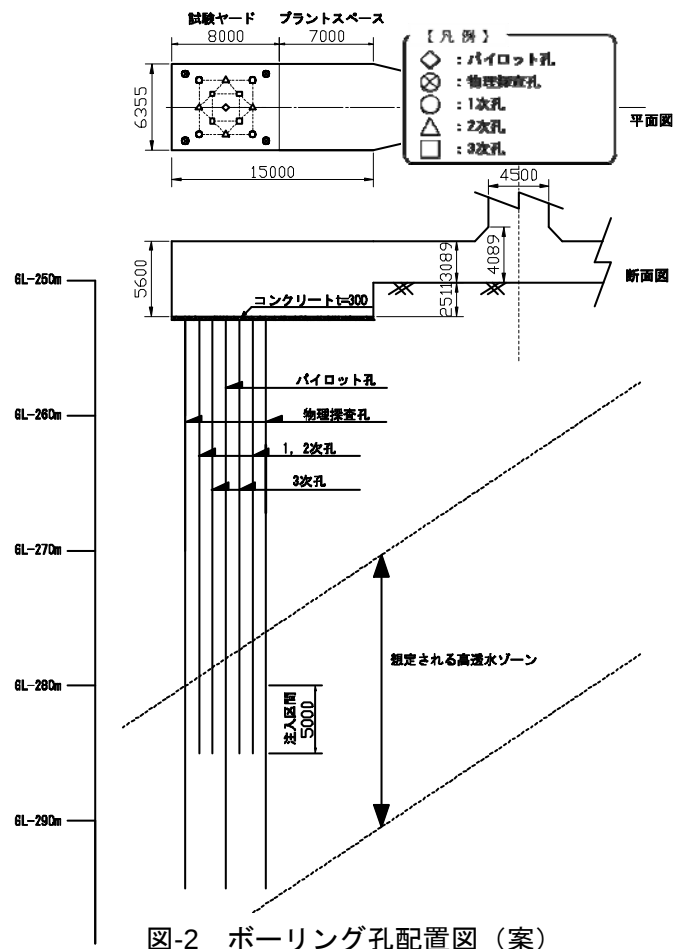


図-2 ボーリング孔配置図（案）

(3)事後調査

事後調査では、パイロット孔、物理探査孔の再削孔や追加ボーリングによる改良効果の確認、比抵抗、弾性波、電磁波を使ったトモグラフィー等の各種物理探査による亀裂への材料の充填状況ならびに浸透距離に関する調査を行い、グラウト浸透モデルの適用性を検証する。また、追加ボーリングをモニタリング孔とし、低アルカリ性セメント系材料が、地下水組成等へ与える影響について経時的な変化を測定することとした。

4. おわりに

従来のグラウトは岩盤の水理特性や力学特性を改良することを目的に実施され、この点では地層処分においても同様であるといえる。しかし処分施設では、処分場閉鎖後の長期にわたりバリアシステム性能への影響を最小限とすることが求められ、これは従来の土木構造物やグラウト材料にはない特徴となっている。本計画では、この特徴に留意し、海外での検討例等を参考に計画を立案した。今後は、原位置試験での施工経験と結果の評価を行い、本プロジェクトに適切なフィードバックとなる改良を加え、実用化を目指している。

なお本件は、経済産業省資源エネルギー庁「平成 20 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) Arenius, M., et.al: R20 Summary Report The Groundwater Inflow Management in ONKALO - Future Strategy-, Posiva, Working Report 2008-44 (2008).
- 2) Karttunen, P. and Raivio, P.: R20 Programme: Grout Setting and Strength Development in ONKALO - Literature Review, Observations and Experiments, Posiva, Working Report 2008-55 (2008).