

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その 7） － グラウト注入試験の計画立案に向けた予備調査の実施 －

日本原子力研究開発機構 正会員 ○中西 達郎
(株)大林組 正会員 鶴山 雅夫, 正会員 田中 達也

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 1,000m 程度までを想定した注入技術の開発、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、開発した材料（シリーズその 2, 3, 4 参照）の施工性および湧水抑制効果（改良効果）の確認に加え、注入範囲を予測するためのグラウト浸透モデル¹⁾の適用性（シリーズその 6 参照）を検証することを目的として、原位置適用性試験を計画している。本報告は、スイス・グリムゼル岩盤試験場²⁾にて計画中の原位置適用性試験計画の概要を報告するものである。

2. 原位置適用性試験の方針

原位置適用性試験では平成 23 年度にグラウト注入試験を実施することを計画している。平成 21 年度には予備調査として、グリムゼル岩盤試験場の既存情報の整理や孔間透水試験等を行い、選定した試験エリアの地質環境の理解を進め、それに基づき平成 22 年度以降の試験計画を検討した。平成 23 年度までの原位置適用性試験全体の流れを図-1 に示す。

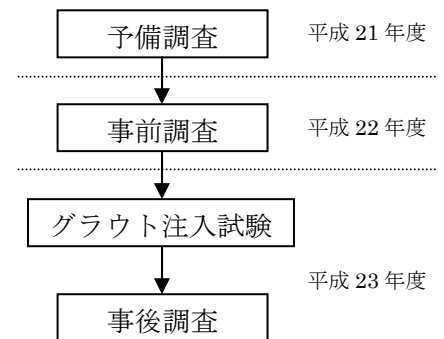


図-1 原位置適用性試験全体フロー

3. 予備調査の概要

予備調査では、試験エリア周辺の地質構造や既存ボーリング孔での水圧計測結果などの既存情報の整理とともに、試験エリア周辺の坑道壁面の地質観察、ボーリング調査および孔間透水試験を実施した。

試験エリアはランプロファイア（貫入岩）による地質、水理の不均質性が少なく、現状進行中の他の試験への影響が少ない地点として選定した。既存情報の整理および壁面観察の結果、試験エリアでは NE-SW 走向（図赤）の割れ目帯を主体とする花崗岩と EW 走向のランプロファイア（図緑）分布が推定された（図-2）。ランプロファイアは直交方向に遮水性を、基盤となる花崗岩との境界

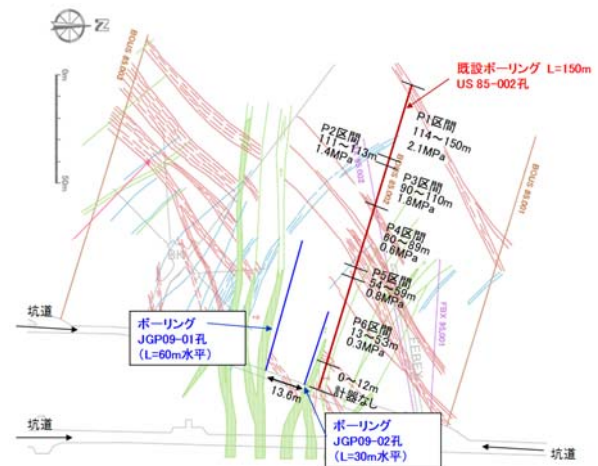


図-2 試験エリア周辺の地質構造と試験孔の配置（水平面図）

部に高透水性を有することから、現状認識されている南北のランプロファイアに囲まれる領域をグラウト対象の岩盤領域と考え、新規ボーリング孔の数量、配置を検討した。ボーリング孔の配置は南北のランプロファイアの内に 2 本とした。詳細計画にて設定した試験項目の一覧を表-1 に示す。先行する JGP-09-01 孔の掘削中には、US85-002 孔に設置されている間隙水圧測定装置にて圧力応答を計測し、両孔間の水理的な連続性を掘削中に確認した。予備調査の目的は新規ボーリング孔間に位置するグラウト対象の岩盤領域の水理的な環境条件（水圧、透水性）を確認するとともに、水みちとなる割れ目の特性（密度、連続性）を示唆する情報を取得することである。また、段階的に試験データ取得および解釈、調査計画を柔軟に見直す方針

キーワード グラウト浸透モデル、原位置適用性試験、孔間透水試験、ボーリング調査、割れ目帯

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 地層処分研究開発部門 TEL.029-282-1133

を採用した。なお、JGP-09-02 孔の延長は、JGP-09-01 孔の掘削、BTV 観察、水圧計測結果の解釈に基づき、水みちと推察される NE-SW 系の割れ目の分布をより広い領域で確認するために 30m とした。

4. 予備調査における試験結果

グラウト対象の岩盤領域に分布する割れ目の分布を図-3 に示す。各孔の亀裂密度は、JGP09-01 孔にて 2.1 本/m, JGP09-02 孔にて 2.8 本/m 程度であった。図-3 ではコアおよび BTV 観察にて確認した全割れ目を表示するとともに、JGP09-01 孔の掘削中に US85-002 孔にて軽微な水圧応答を確認した深度の割れ目を水色にて示している。水圧応答が確認された区間は 6 区間あり、その多くは NE-SW 系の割れ目が分布する深度である。掘削中の湧水量や圧力応答の状況から、JGP09-01 孔の深度 19.55～23.95m (図-3:P6③)、深度 23.95～29.07m (図-3:P6④)、深度 34.65～41.30m (図-3:P5①) を透水性が高い区間と選定し、透水試験(定圧注水、定圧揚水試験)³⁾を実施した。透水試験の結果から、各深度の透水性が $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 以上となることを確認した。また、JGP09-02 孔にて区間長 40cm のダブルパッカーシステムを使用し、JGP09-01 孔間において孔間透水試験を実施した。試験区間は、JGP09-01 孔で確認した NE-SW 系の割れ目(図水色)の延長線上に分布する割れ目(図赤色)を対象として選定した。両孔間では軽微な応答を確認したものの、明瞭な圧力応答が確認できない結果となった。

表-1 予備調査試験項目

項目	適用
坑壁観察	試験エリアのメイン坑道
ボーリング孔掘削 (JGP09-01)	φ86mm, 60m オールコアボーリング, 水平方向
ボーリング孔掘削 (JGP09-02)	φ86mm, 30m オールコアボーリング, 水平方向
コア観察	90m (JGP09-01, JGP09-02)
BTV観察	90m (JGP09-01, JGP09-02)
孔間透水試験	JGP09-01と02孔間にて実施

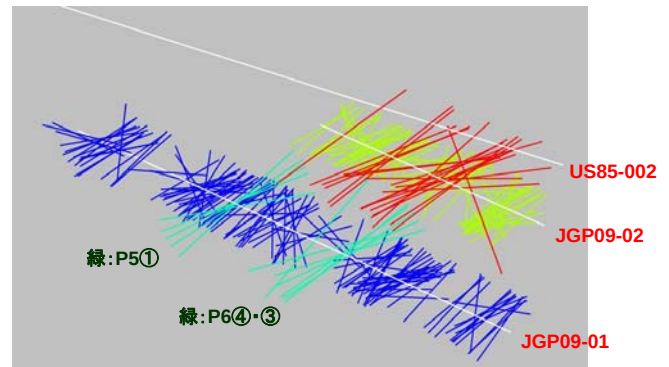


図-3 確認した割れ目の分布図

5. 今後の計画

(1) 着眼点

予備調査結果から $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 以上の透水性を有する割れ目が存在することが確認できたが、グラウトの浸透経路となる高い透水性を有する割れ目(水みち)の特性(密度や連続性)については、単一かつ連続性の良い割れ目がグラウト対象領域内を横断するような単純な水理場ではなく、複数の水みち割れ目のネットワークも示唆されることから、より詳細な水理地質構造の理解が重要と考えた。具体的には、JGP09-01 孔と JGP09-02 孔の中心に新たにボーリング孔を配置し、グラウト対象エリアのより詳細な水理地質構造の把握を行った上で、グラウト注入試験を計画することとした。また、グラウト浸透モデルについても、グラウト対象エリアは亀裂性媒体であると想定されることから、亀裂性媒体を対象としたグラウト浸透モデルの適用性の検討も必要である。

(2) 全体計画

今後の原位置適用性試験では、平成 22 年度に行う事前調査、さらに平成 23 年度に行うグラウト注入試験と事後調査の 3 段階にて計画立案、実施、グラウト浸透領域の場の評価および計画へのフィードバックの PDCA サイクルを適用し、原位置試験の目標とその達成度を段階的に確認しつつ、試験を展開するように全体計画を立案した。なお、本研究は経済産業省資源エネルギー庁の「平成 21 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) Gustafson, G. and Stille, H. : Stop criteria for cement grouting, Felsbau 23(3), pp.62-68(2005)

2) Nagra : TECHNICAL REPORT 87-14E, GRIMSEL TEST SITE, FEB 1989.

3) 橋本秀爾, 田中達也, 安藤賢一, 竹内真司, 三枝博光 : 単孔式の水理試験による透水特性パラメータの評価方法に関する研究, 第 36 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, 2007 年 1 月。