

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その 1）

ー平成 20 年度の実施概要ー

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 ○藤田 朝雄
 同上 内藤 守正
 同上 油井 三和

1. 背景と目的

高レベル放射性廃棄物などの地層処分のための地下坑道の掘削・施工時における湧水抑制対策技術（グラウト技術）は、わが国のように岩盤の割れ目や地下水が多い地質環境や、環境基準への対応を考慮すると必要不可欠であり、地層処分で想定されるような地下深部の高水圧下の環境で適用できることが要求される。一方、既存の止水技術で多用されているセメント

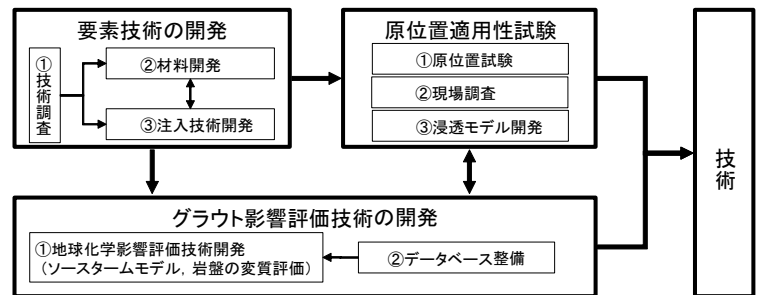


図-1 本プロジェクトの全体フレーム

系材料は、セメントからの高アルカリの溶液による岩盤の変質に伴う水みち形成や地下水の組成変化など長期的な天然バリア性能に影響を及ぼす可能性が指摘されている。したがって、そのような影響を低減する新たなグラウト材料を開発する必要があるとともに、既存のグラウト材料も含め、グラウトによる長期的な影響を評価できる評価技術の開発も重要となっている。このため、地層処分に求められる性能を満足するグラウト技術の高度化開発プロジェクト(図-1)として、日本原子力研究開発機構では平成 19 年度より取り組んでおり、本稿では、本プロジェクト(図-1)の実施概要について報告する。

2. 成果の概要

2.1 要素技術の開発

①グラウト技術に関する国内外の調査 本プロジェクトで採用している技術開発アプローチについて国際的なコンセンサスを得るために国際ワークショップを開催し、その妥当性の確認を行った。また、平成 19 年度開発したグラウト施工データベースを処分事業に反映させるため、Web(<http://133.188.30.54/grout/top.htm>)にて公開するとともに、グラウト材料特性に関してもデータベースとして整理した。

②グラウト材料の開発 深部地質環境において適切な施工性と止水性を有し、処分場の長期性能への影響を低減させる低アルカリ性セメント系グラウト材料の開発を進め、原位置試験で用いる配合として超微粒子 OPC：シリカフューム=1：1、水結合材比=125wt.%を選定し、高性能減水剤添加率の範囲を把握した(その 2/その 3/その 4)*。また、亀裂開口幅と止水性の関係、プレ/ポストグラウトの位置づけから、低アルカリ性セメントに加え溶液型(活性シリカ)や超微粒子球状シリカによるグラウト材料の適用性も検討し、前者については耐久性に関するデータの拡充を、後者については施工性・止水性に関する基礎物性や低アルカリ性を確認した(その 5/その 6)*。

③グラウト注入技術の開発 深部地質環境において適用可能なグラウト設計手法の構築を目的に、施工上重要なカバーロック長とグラウト注入後の透水係数の改良目標値の関係を整理し、注入工法の詳細仕様の設定に関する手順を検討した(その 7)*。また、高水圧環境下を想定してゲルタイムを設定したグラウト材料を用いたアンブレラ工法の概念を整理するとともに、注入装置については、摩耗部位の材質変更などによる改良、動的注入の適用性確認、超高压に対応するための流量圧力制御装置の開発、ジェットグラウトポンプの操作性の確認

キーワード 高レベル放射性廃棄物、グラウト、湧水対策、低アルカリ性セメント、高水圧下

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

を行った(その 8)*.

2.2 原位置適用性試験

①原位置適用性試験 開発したグラウト注入技術を適用する場として、堆積岩である幌延の深地層研究施設を対象に原位置試験の詳細計画を策定した(その 10)*. また、結晶質岩の対象サイトとしてグリムゼル岩盤研究所を選定し、実施場所やボアホールのレイアウト検討を行った. さらに、スウェーデン・SKB¹⁾ やフィンランド・POSIVA²⁾における許容湧水量の概念を踏まえ、合理的な改良目標値の考え方を整理した(図-2).

②既存グラウト効果確認のための現場調査 瑞浪超深地層研究所内の避難所でのセメントグラウト注入の影響によるアルカリ元素分布を調査し、避難所から離れるに従い K, Na, Ca 濃度が減少する傾向を確認した.

③グラウト浸透モデルの開発 事前調査から性能評価までのグラウト技術に関するフローを作成し、水理解析やグラウト浸透挙動解析の位置づけを確認した. 室内試験等でのグラウト注入に関して、Gustafson & Stille³⁾モデルを適用し平均的な浸透距離やその傾向性の把握に有効であることを示した(その 9)*.

2.3 グラウト影響評価技術の開発

初期のフレッシュなセメントグラウトの水和・硬化現象を考慮した上で、セメント成分の浸出、地下水の pH 変化に関わる水和・浸出モデルを構築した. まず、瑞浪超深地層研究所内の避難所周辺について掘削に伴う水理場による物質移動の変遷を把握した. この条件を基に亀裂開口幅と実流速の関係を整理し、亀裂に流入する溶液の pH の経時変化について、チャンネル・ネットワーク・モデルを用いた試解析を行った. さらに、亀裂中の 2 次鉱物による充填状況を普通ポルトランドセメントと低アルカリ性セメントそれぞれの場合で比較した. また、実験値に基づき CSH 鉱物の熱力学データを整備するとともに、Ca 長石の溶解速度について、pH や温度依存性のデータを取得した. さらに、高 pH 条件での岩石の微量変質鉱物を把握するため、顕微赤外分光および顕微ラマン分光の測定を行い、CSH 鉱物と推定される鉱物同定の見通しを得た(その 11)*.

3. まとめ

地層処分での適用を考慮したグラウト材料や注入技術について基礎的な検討を実施し、これらを実際に原位置で適用するための試験計画を策定した. また、グラウト材料による長期的な影響を評価するために必要となる技術基盤を整備した. 今後は、これらの成果を用いて地層処分のためのグラウト技術のプロトタイプを提示する計画である.

なお、本件は経済産業省資源エネルギー庁平成 19 年度・20 年度の「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）」として実施したものである.

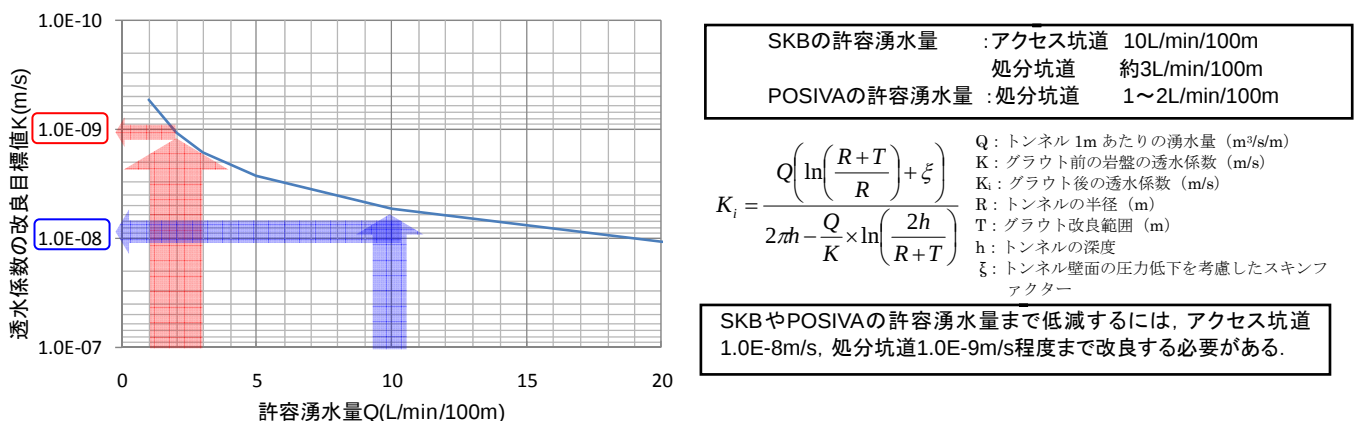


図-2 海外の動向¹⁾²⁾を踏まえたグラウト改良目標値の整理

()*: シリーズ発表の表題中の () を示す. 詳細は該当の予稿を参照されたい.

参考文献

- 1) Emmelin, A. et al.,(2007): Rock grouting, Current competence and development for the final repository, SKB, R-07-30.
- 2) Renta-Korpi et al.,(2008): R20 Programme: Field Testing of Grouting Materials, POSIVA Working Report 2007-102.
- 3) Gustafson, G. and Stille, H. (2005): Stop criteria for cement grouting, Felsbau 23(3), pp.62-68