地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その 1）
－３年目のプロトタイプ－

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

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物などの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を平成 19 年度 [1)2)]より取り組んでおり，これまで開発してきた技術をプロトタイプとしてとりまとめた.

2. 成果の概要

地層処分に特化したグラウト技術は，図-1 に示すグラウトフローのうち「グラウト設計」「グラウト施工」「グラウト分布の確認」「グラウト影響評価技術」である．以下に各技術のプロトタイプの概要を示す.

①グラウト設計技術

グラウト材料の開発のうち，低アルカリ性セメントについては，室内試験により最適配合の選定(超微粒子普通ポルトランドセメント（以下「OPC」） /シリカフューム＝5/5，水結合材比[W/B]＝125%，高性能減水剤添加率[SP/B]＝5.5%）や浸透性の把握を行い，代替材料である溶液型および超微粒子球状シリカについては，室内試験により基本特性データの取得や最適配合の選定（溶液型[シリカコロイドの粒子径 10～20nm，シリカ濃度 24.7 %]，超微粒子球状シリカ[超微粒子球状シリカ/超微粒子消石灰＝6/4，W/B=200 %，SP/B=5.5 %]）を行った(その 2)*/ (その 3)*/ (その 4)*．高圧の地下水環境を想定した工法について，既存資料を参考に整理を行い，装置については「高圧対応パッカー」,「グラウトポンプ」,「流量圧力制御装置の高圧リターンバルブ」の室内試験により適用性の確認を行った. 地層処分に向けたグラウト技術の事業者などの有効活用を念頭に置いて，トンネルグラウトの施工実績と，本プロジェクトで平成 19，20 年度にグラウト材料開発のために実施した室内試験結果を整理し, グラウトデータベースとして取りまとめ公表した（http://133.188.30.54/grout/top.htm）.

②グラウト施工技術

幌延深地層研究センターにおいて上記高圧対応パッカーの操作性, 新材料である低アルカリ性セメントの適用性および材料管理手法の確認を行った(その 5)*．その結果，ルジオン値は，例えば約 4Lu から約 2Lu への低下が確認され，新材料による止水効果が確認された．また，グラウト浸透挙動を理解するために，平行平板装置を用いてグラウト浸透挙動試験を実施し，Gustafson & Stille モデル [3)]（以下「G&S モデル」）により再現を可能とするとともに，得られる浸透距離は安全評価の視点において保守的な値となることを確認した(その 6)*．さらに，G&S モデルを用いた注入管理の概念を海外事例（GT-method[4)]）を参考に提示した.

③グラウト分布の確認技術

瑞浪超深地層研究所において実施したグラウト材料の浸透範囲確認技術の開発については, 地質学的調査としてオールコアリングやグラウト材料の着色が重要であることや, 地球物理学的調査として比抵抗検層やトモグラフィー（結晶質岩のような高比抵抗の岩盤とグラウト材料のような低比抵抗材料とのコントラスト）が重要であることを確認した．グラウト浸透範囲の透水性評価技術については，水理学的調査として注入法と回復法の組み合わせが重要であることを確認した．また，グラウト浸透範囲の地下水への化学的影響調査技術については，地下水水圧・水質モニタリングと定常的な採水・分析によりグラウト材料に特有な特性の変化の傾向を把握した．さらには，事後調査における調査・モデル化・解析を通じたグラウト効果評価技術の検討を行った(その 8)*.

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

④グラウト影響評価技術

グラウト影響評価技術としては,「長期影響評価で必要な地球化学解析手法，データベースの整備」及び「グラウト材料の適用性検討の考え方や手法案の提示」を目標とした．3 ヵ年の成果により，前者については，a) 低アルカリ性セメント（以下「LoAC」）系グラウト材料を用いた水和試験に基づくソースターム・モデル，b) 岩盤影響シナリオ及び影響評価の考え方（対象とする時間／空間に応じたモデルの使い分け：現象解析：Partridge，安全評価：QPAC），c) セメント系グラウト材料のソースターム・モデルを取り込んだ化学反応－水理－物質移行モデル，d)岩盤影響評価で必要な鉱物の熱力学データ及び速度論データを提示した．後者については，前者で開発した解析手法をもとに，セメント系材料の違い（OPC と LoAC）による岩盤影響評価の予察的な比較解析を行い, 長期影響評価における不確実性低減の観点からの材料の適用性検討に関わる考え方(案)を提示するとともに，グラウト影響を考慮した核種移行解析に関する予察的な検討例（図-2）を提示した．

3. まとめ

高レベル放射性廃棄物などの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における 5 ヵ年計画の 3 年目にあたり, これまで開発してきた新たなグラウト技術およびグラウト影響評価技術をプロトタイプとして提示した．今後は，アクセス坑道，処分坑道等に対するグラウト技術の要件と適用技術の整理を行うとともに，結晶質岩におけるグラウト施工の実証(その 7)*，岩盤および人工バリアへの影響評価手法の開発を進める計画である．

なお，本件は経済産業省資源エネルギー庁平成 21 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．

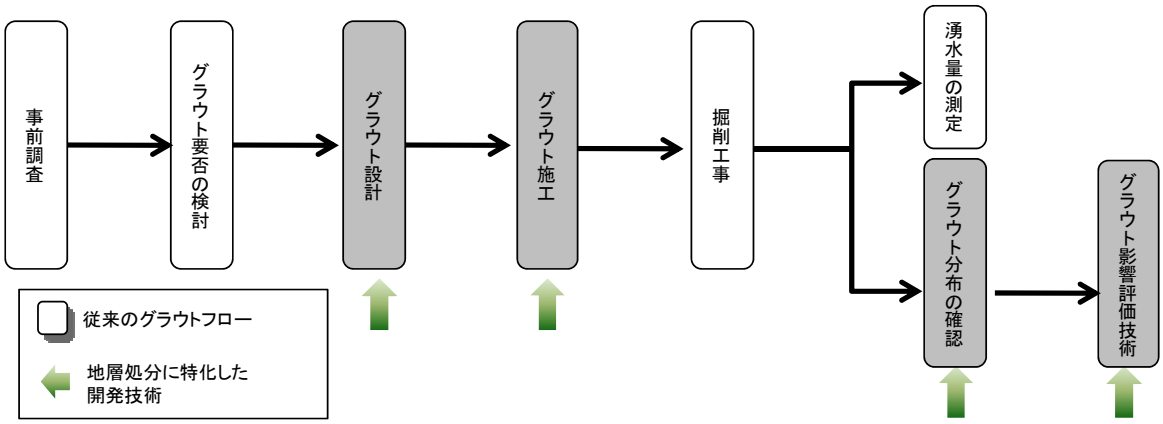

図-1　地層処分に特化したグラウトフロー

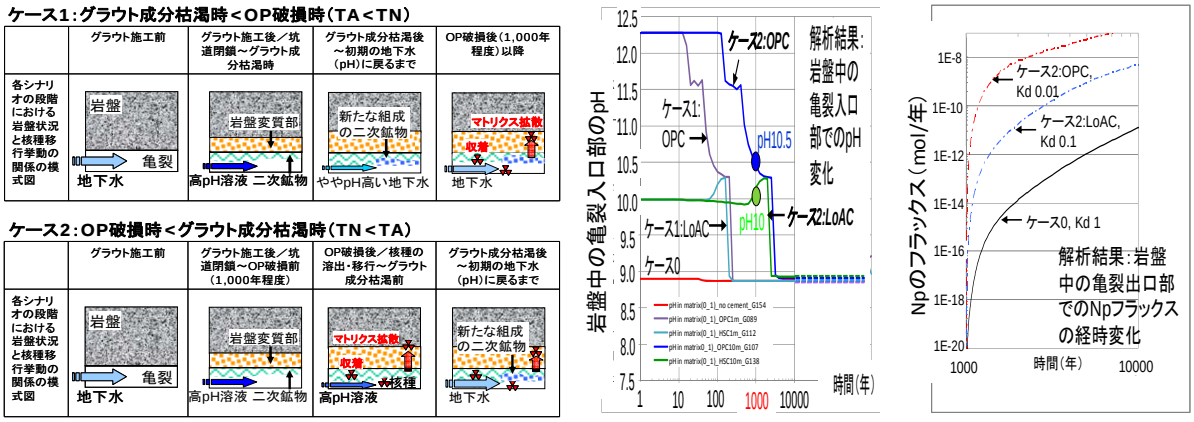

図-2　グラウトによる岩盤変質影響のシナリオとそれに基づいた核種移行評価に関わる試行例

()*: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)日本原子力研究開発機構:地下坑道施工技術高度化開発報告書(平成20年3月),(2008),2)日本原子力研究開発機構:地下坑道施工技術高度化開発報告書(平成21年3月),(2009),3)Gustafson,G.and Stille,H.:Stop criteria for cement grouting, Felsbau 23(3), pp.62-68,(2005),4)Hollmén,K.:R20 Program, POSIVA Working Report 2007-101,(2008)