

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その 7） —地層処分場を対象としたグラウト設計・施工手順の検討—

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 ○ 泉 敦
同上 内藤 守正
同上 正会員 山田 勉
同上 正会員 新貝 文昭

1.背景と目的

わが国では高レベル放射性廃棄物を地下 300m 以深に地層処分することを基本方針としており、割れ目や地下水が多い深部地質環境の特徴や環境基準への対応を考慮すると、湧水抑制対策としてグラウト技術は必要不可欠であり、地下深部の高水圧環境に適用できることが要求される。また、施工後のグラウト材からのアルカリによる岩盤の変質などバリア構成要素への長期影響にも配慮する必要がある。これら地層処分特有の留意点を整理し考慮したグラウト設計・施工手順の検討を行った。

2.従来のグラウト設計／施工手順

従来の基本的なグラウト設計・施工手順として、「国際岩の力学会」(ISRM)の岩盤グラウト委員会によるダムやトンネルを対象としたプレグラウト設計・施工手順¹⁾、国土技術研究センターのダムの基礎地盤やリム部の地盤を対象としたグラウチング技術指針・同解説²⁾、中塚ほかによる舞鶴発電所放水路トンネルにおけるグラウト施工手順³⁾などを参考に図-1 のとおり整理した。これは、事前に地質、水理調査を行いグラウトの必要性を検討した後、グラウトが必要と判断されれば、設計・計画、試験施工、本施工の順で実施し、透水性の改善効果を確認するというものである。

3.地層処分の特徴を考慮したグラウト設計／施工手順

地層処分の特徴を考慮すると、図-1 の手順に加え、地下深部の地下水環境に対して厳しい許容湧水量が設定されること、グラウト材料が処分システムの天然バリア性能に与える長期的な影響を最小限にすることが要求される。これらを考慮して検討した地層処分における設計／施工手順を図-2 に示す。以下にその留意点を述べる。

3.1.深部地質環境を対象とした検討

スウェーデンやフィンランドでは、地下水位の低下や地下水の塩淡境界面上昇抑制、地質環境に与える影響の最小化などを考慮に入れ、グラウトに対する暫定的な許容湧水量が設定されている(表-1)^{4),5)}。これら設定値を条件に、グラウト注入後の湧水量を予測する理論式⁶⁾を用いて透水係数の改良目標値(Ki)を試算した。トンネルの深度を 300m, 500m, 1,000m の 3 水準、改良前の透水係数を 1.0E-06m/s, トンネル半径を 2.5m, グラウト改良範囲を 7.5m (3R),

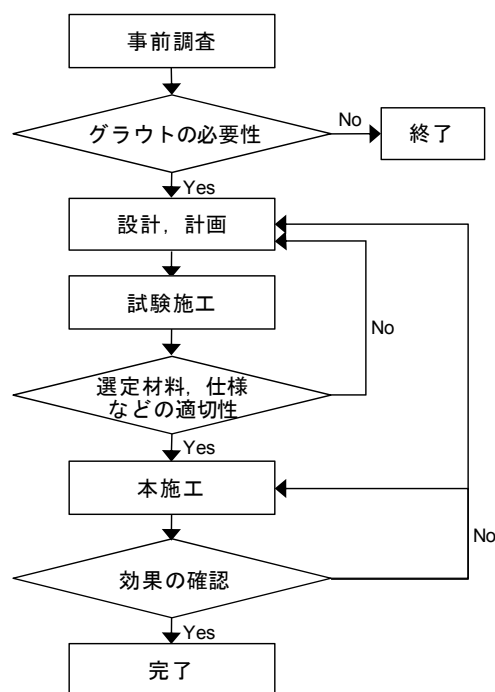


図-1 従来のグラウト設計・施工手順

表-1 地層処分を対象とした許容湧水量の考え方^{4),5)}

	スウェーデン ⁴⁾	フィンランド ⁵⁾
処分孔	0.1L/min/spot	—
処分坑道	1L/min/spot 10L/min/300m	1~2L/min/100m
アクセス坑道	10L/min/100m	—

キーワード 高レベル放射性廃棄物, グラウト, 設計・施工手順, 湧水対策, 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

$$Q = \frac{2\pi K_i h}{\ln\left(\frac{R+T}{R}\right) + \frac{K_i}{K} \cdot \ln\left(\frac{2h}{R+T}\right) + \xi}$$

ここに、

Q: トンネル内湧水量 [m³/s/m], K_i : グラウト改良部の透水係数 [m/s],
 K: 母岩の透水係数 [m/s], R: トンネル半径 [m], T: グラウト改良範囲 [m],
 h: 土被り [m],
 ξ : トンネル周囲の水圧低下を考慮したスキンファクター (一般に2~7を採用)

スキンファクターを4にしたときの許容湧水量と改良目標値との関係を図-3に示す。深度に応じて透水係数の改良目標値を低く設定する必要性がわかる。表-1のレベルに湧水量を抑えるためには、アクセス坑道(10L/min/100m)で透水係数を1.0E-08m/s以下、処分坑道(1~3L/min/100m)で1.0E-09m/s以下に改良する必要がある。ルジオン値に換算すると0.1~0.01Lu程度まで改良する必要がある。一般的なトンネルグラウトの改良目標値2Lu(2.0E-07m/s)程度と比較して、2オーダーの改良が要求される。

また、国内における従来のグラウト施工は高水圧環境での実績が少ないため、高水圧対応のグラウト注入装置の検討が必要となる(シリーズその8参照)。

3.2. グラウト材料による長期影響を考慮した検討

グラウト完了後に浸透範囲を把握したうえで、グラウト材料からのアルカリによる岩盤などの長期的な変質や地下水の化学影響を評価する必要がある。地層処分では、従来のグラウト設計・施工手順に加え、図-2に示す地球化学的な影響評価が不可欠となる(シリーズその11参照)。また、影響を最小限にするグラウト材料の開発(シリーズその2~6参照)も重要である。

4. まとめ

地層処分を対象としたグラウト設計・施工手順については、海外の知見も参考に、透水係数の改良目標値の試算などを通じて地層処分特有の留意点を提示し、従来方式とは異なる点を明らかにした。グラウト装置、材料、影響評価の検討内容については、別途報告する。

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) Widmann, R.: International Society for Rock Mechanics Commission on Rock Grouting (1995)
- 2) 国土技術研究センター: グラウティング技術指針・同解説, 大成出版社 (2003)
- 3) 中塚龍一他: 海底下の急傾斜地層を貫く放水路トンネル(関電・舞鶴発電所), トンネルと地下, 第32巻1号, pp.41-48 (2001)
- 4) Emmelin, A. et al.: Rock grouting, Current competence and development for the final repository, SKB, R-07-30 (2007)
- 5) Renta-Korpi, R. et al.: R20 Programme: Field Testing of Grouting Materials, POSIVA Working Report 2007-102. (2008)
- 6) Finnish Tunnelling Association: Hard rock tunnel grouting practice in Finland, Sweden, and Norway-literature study (2003)

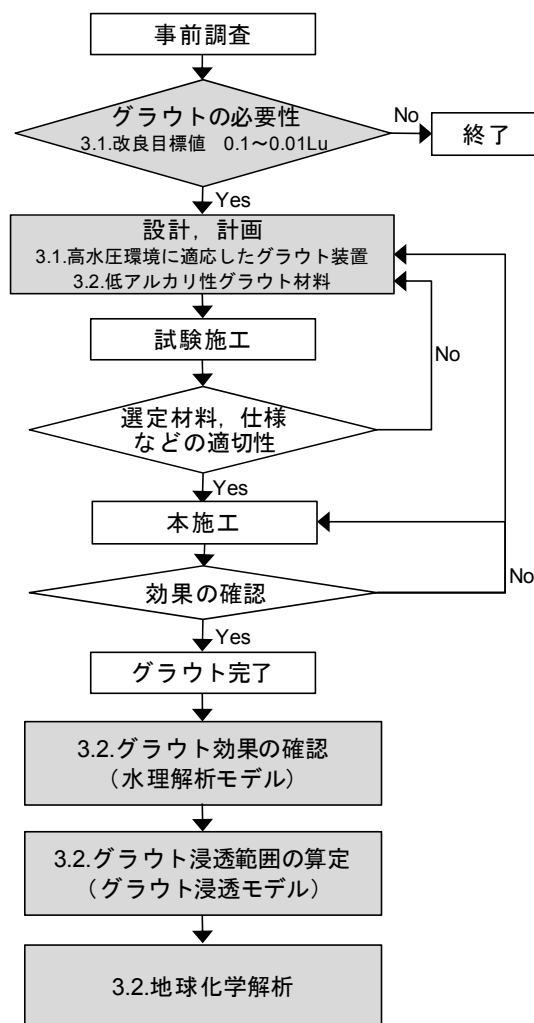


図-2 地層処分を対象としたグラウト設計/施工手順

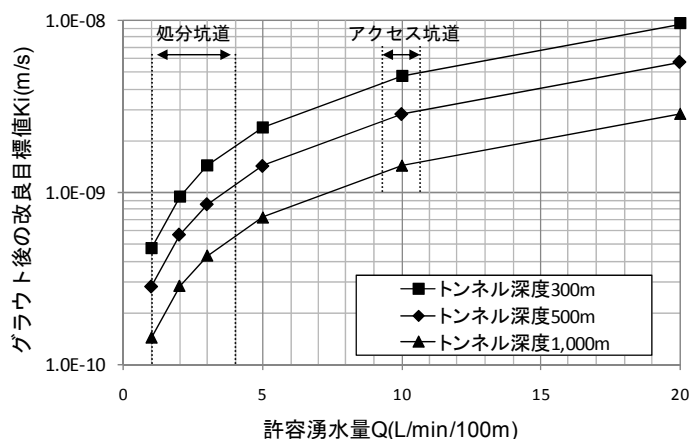


図-3 許容湧水量と改良目標値