

エタノール・ベントナイトスラリーによる模擬トンネル目詰まり確認試験

清水建設（株）技術研究所 正会員 ○白石 知成

1. はじめに

放射性廃棄物処分においては長期耐久性が求められることから、岩盤の遮水性改善に対して粘土系の材料によるグラウト工法の適用が望ましい。浅田ら¹⁾は、エタノールとベントナイトによるスラリー材料に対して止水材としての適用性を示した。また、中島ら²⁾はエタノール・ベントナイトスラリーの原位置での岩盤内注入試験を行い、従来の注入装置による施工が可能であること、セメントミルクよりも遮水性改善効果に優れることを確認した。

ここでは、トンネル掘削時に発見された湧水亀裂に対する遮水グラウト材料としてのエタノール・ベントナイトスラリーの適用性を評価するため、室内で実施した模擬亀裂への注入試験結果について報告する。

2. 目的

本試験の目的を以下に示す。

- ①湧水亀裂内へエタノール・ベントナイトスラリーを注入した場合の注入現象の可視化と目詰まり現象確認
- ②地下水とともにスラリーが流出した際のリーク処理方法の検討
- ③効果的な注入方法（注入孔の配置、注入場所）の検討

3. 模擬トンネル目詰まり確認試験

a. 試験装置

図-2に作成した試験装置を示す。塩化ビニル版を2枚用いて模擬亀裂を再現するとともに、中央部に模擬トンネルを想定している。スラリーの注入孔は模擬トンネルの周辺に十字に配置するものとした。模擬亀裂の厚さを保つためにスペーサ（ステンレス製：0.1mm～0.2mm）を適所に設置した。固定用ボルト部はOリングにより止水処理を行った。

b. 試験条件

図-3に試験装置の全体概要を示す。模擬トンネルへの湧水を再現するため、試験装置を水槽に水没させるとともに、模擬トンネル部からは真空ポンプによる吸引を実施した。

注入に用いるエタノール・ベントナイトスラリーに関しては、液固比（エタノールとベントナイトの重量比率）の異なる材料を用いるものとした。

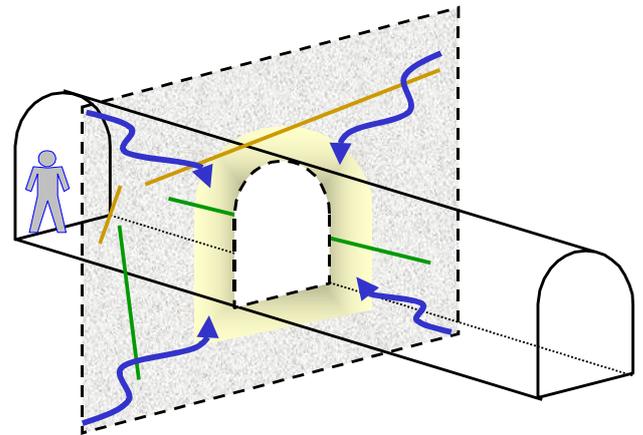


図-1 坑内湧水対策グラウトのイメージ

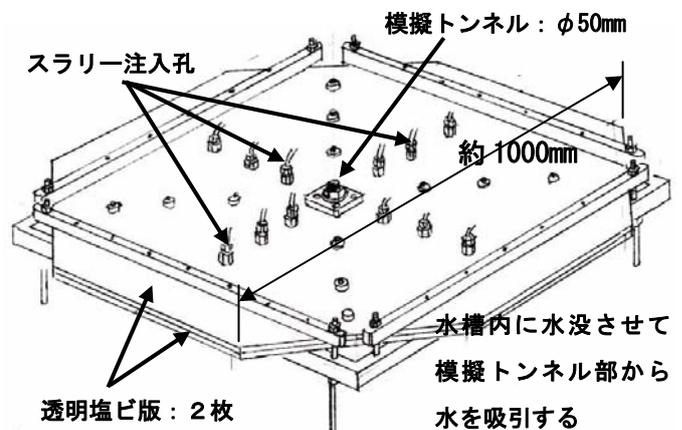


図-2 模擬トンネル目詰まり試験装置

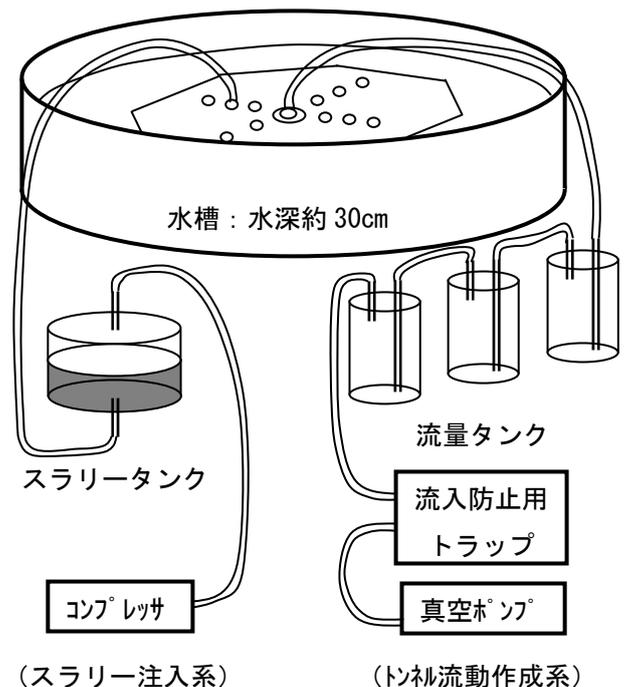


図-3 試験装置の全体図

キーワード グラウト、湧水対策、ベントナイト、エタノール、スラリー、室内試験

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL (03) 3820-8428

c. 湧水量確認試験

スラリー注入前の条件確認として、模擬トンネルへの湧水量の確認（地下水流動）を行ったが、以下の理由により湧水量が少ないため、当初予定した実験を実施することが出来なかった。（図-4）

- ①模擬トンネルからの真空ポンプによる吸引では、水槽内の大気圧および水圧影響により模擬亀裂が閉塞してしまい、多くのスペーサが必要となる。
- ②吸引圧力の影響の違いによる効果は小さい。

d. スラリー注入試験

前述の要因により、定量的な評価が困難であると考えられたが、本試験装置を用いて以下に着目したスラリー注入試験を実施した。

- ①ベントナイト濃度（密度）の違いの比較
- ②注入後のスラリー状況観察
- ③合理的な注入方法に関する知見の獲得
- ④トンネル部でのフィルタ材の影響検討

4. 試験結果

a. ベントナイト濃度の比較（5ケース）

エタノール溶液（エタノール濃度：59%）とベントナイトの液固比=10:1, 8:1, 4:1 については、スラリーとして非常に薄く、液固比=2:1, 1.5:1 の場合は容易に注入可能で、かつスラリー濃度が高く、グラウトとしての効果が期待できると感じられた。（図-5）

b. 注入後のスラリー状況

注入後の時間経過とともに、グラウト材の分離現象と考えられる水みちが発生した。これは平板内の水とエタノールの置換によるものと思われ、面内での置換しか発生しないためであると考えられる。（図-6）

c. 合理的な注入方法に関する知見

トンネルへの流動が小さいため明確ではないが、トンネル遠方部から注入した方がトンネル方向への地下水流動の影響によりトンネル周辺に効果的にグラウトが配置されると思われる。（今後さらに検討する）

d. トンネル部でのフィルタ材の影響検討

トンネルへの流動が小さいため明確ではないが、市販の透水性材料を用いてある程度のベントナイト粒子を目詰まりさせることができることから、フィルタ材による材料の流出制御は可能と考えられる。（図-7）

5. 課題

- ①トンネルへの地下水流動を適切に再現するためには、試験装置の工夫を必要とする。
- ②岩盤内へのエタノールの拡散を考慮するためには、岩盤を用いた試験が必要である。
- ③注入圧力や注入量、注入範囲に対する定量的な評価は困難と考えられ、試験方法、条件の検討が必要である。

参考文献

- 1) 浅田、堀内：エタノール／ベントナイトスラリーの止水充填モデル試験，土木学会第56回年次学術講演会，CS1-015，平成13年10月。
- 2) 中島、浅田ら：エタノール／ベントナイトスラリーの岩盤亀裂注入現場実験，第38回地盤工学研究発表会，591，G-07，2003年7月

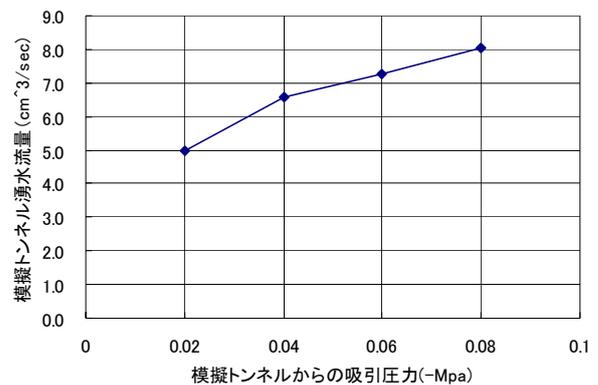
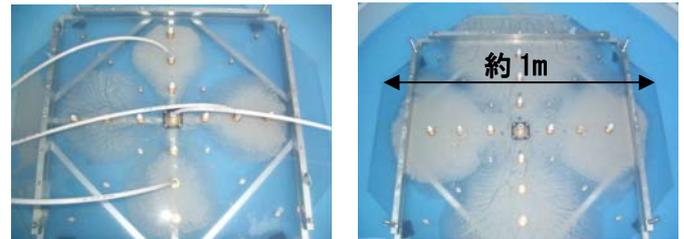


図-4 吸引圧力（不圧）と流量の関係



(a) 液固比=4:1

(b) 液固比=2:1

図-5 注入試験状況



図-6 グラウト材内部に発生する水みちの進展



図-7 フィルタ材の目詰まり状況