

粘土系グラウトの微粉碎化及び動的注入工法の適用による浸透性に関わる基礎的検討

鹿島建設(株)技術研究所 正会員 ○染谷麻優子

鹿島建設(株)東京土木支店 正会員 脇田 伸吾

鹿島建設(株)技術研究所 正会員 戸井田 克

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 藤田 朝雄

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、廃棄体の定置後、処分のために建設した地下構造物を埋め戻し材、プラグ(粘土、コンクリート)、グラウトといった要素技術により閉鎖し、廃棄物を人間の生活環境から隔離する必要がある。地下空洞周辺岩盤に存在する掘削影響領域、あるいは周辺岩盤/支保工間などは、将来的に水みちとなる可能性がありえる。これらの水みちになりうる部分に対しては、埋め戻し材やプラグによって対応するとともに、必要に応じてグラウトにより、これら閉鎖要素の機能発揮を支援することも考えられている。本報では、これまでプラグ周りのグラウト材として、釜石鉱山¹⁾及びカナダ原子力公社(AECL)の地下研究施設²⁾でその適用性を検討してきた粘土系グラウトについて、浸透性の向上を目的とした、(1)材料の微粉碎化、ならびに、(2)動的注入工法の適用性に関する基礎的検討を行った結果を報告する。

2. 微粉碎化の効果検討のための浸透性試験

2.1 検討項目

グラウト材としてベントナイトの微粉碎化の効果を検討する項目には、浸透性、対象部分の透水性、流亡抵抗性の3つが挙げられるが、今回は、浸透性に焦点を絞り試験を実施した。具体的には、浸透性(目詰まり特性)とグラウト材の違い(粘性、粒径、配合)の関係把握を目的とし、試験の再現性や管理が比較的容易な、砂へのベントナイトの浸透試験を実施した。

2.2 試験方法

注入試験装置の概要図を図1に示す。試験はコンプレッサに蓄えられたエア圧をレギュレータで制御して、加圧タンク内のグラウトが、グラウト配管上に設置した圧力計で0.3MPaとなるよう、注入圧力を設定した。注入圧力は原位置試験²⁾での実績0.5MPaを基に材料(珪砂)の特徴を勘案して小さく設定した。試験時には、浸透時間(浸透開始から排出されるまでの時間)、排出量の経時変化を計測し、試験後、グラウト材の砂への浸透・目詰まり状況について観察した。浸透性試験に用いた砂は、東北珪砂6号である。平均粒径D50は0.34mm、比重は2.6であり、およそその透水係数は、 $8.9 \times 10^{-5} \sim 2.2 \times 10^{-4}$ (m/s)と推定される。

2.3 試験結果

注入試験には、ベントナイト(クニゲルV1、クニボンド、それらを微粉碎した微粉碎クニゲルV1、微粉碎クニボンド)を使用した。なお、微粉碎には粒子同士を衝突させるメカニズムの微粉碎装置を用いた。注入試験は1ケースにつき2回ずつ実施した。浸透試験結果はグラウト材の排出量の経時変化として整理した。粘性は浸透時間や排出量の初期勾配に影響を与え、粒径や濃度(水に対する重量%)は、目詰まり(排出量の低下)に関与すると考えられる。本試験における浸透時間は横軸との切片として表され、浸透のし易さは初期勾配から把握できると判断される。

2.4 微粉碎材料の効果

図2に各材料における排出量と浸透時間の関係を示す。微粉碎による材料には粘性の違いはないため、浸透・目詰まり特性の違いは材料粒径によると考えることができる。この結果より、ベントナイト材料を微粉碎化することで浸透時間が短くなり、浸透性が向上する可能性が確認できた。また、図3は、クニゲルV1(濃

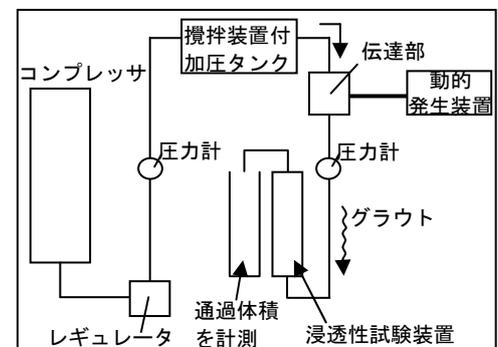


図1 装置概要図(動的注入を含む)

キーワード ベントナイト, グラウト, 微粉碎, 動的注入

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-7796

度 4%), 微粉碎クニゲル V1(濃度 4%), 微粉碎クニボンド(濃度 10%), 微粉碎クニボンド(濃度 20%)の 4 ケースについて注入初期 (0~400 秒間) の状態を示したものである. これらの材料は同程度の粘性特性と見なすことができるので, 排出量に影響を与えるのは粒径と濃度 (粒子数) ということになる. 浸透時間に通過する容積は砂の間隙分である 145ml であることから, 経過時刻 0 の点を-145mL と入力している. 初期勾配は粒子の目詰まりの影響を反映していると判断されるので, 微粉碎クニゲル V1(濃度 4%)以外のケースでは, 開始直後から目詰まり現象が発生していることが予想される. またこの詰まり易さの違いは, 粒子径, 濃度に関係し, 今回の 4 ケースでは, 目詰まりしにくい順に微粉碎クニゲル V1 (濃度 4%), クニゲル V1(濃度 4%), 微粉碎クニボンド(濃度 10%), 微粉碎クニボンド(濃度 20%)となる.

3. 動的注入効果の確認

3. 1 検討項目

セメントグラウトにおいては, 注入圧力に動的な振動圧を付与することで, 目詰まり特性の改善や見かけ粘性の低下が期待できるとされている. そこで, ベントナイト材料への適用効果を確認するために, 2 項と同様の試験方法で浸透性試験を実施した. 動的な振動圧を付与するために, 動的発生装置をグラウト配管上に設置した (図 1 参照).

3. 2 試験方法

今回の試験では, 目詰まり特性の改善効果を検討対象としたため, 試験材料には, 上記試験結果を基に, 排出量が多く, かつ目詰まり傾向 (流量が低下) を示すクニゲル V1 4%を用いた. 動的注入工法の効果を確認するため, 静的注入工法 (従来工法) による注入試験も実施した. なお動的注入においては, 0.3MPa の注入圧に±0.05MPa の振幅を周波数 20Hz で与えた.

3. 3 試験結果

静的及び動的注入工法による注入試験について, 排出量の経時変化を図 4 に示す. この結果から, 排出量には静的及び動的注入工法による差はなく, 動的注入工法による効果は認められなかった. 一般に, セメント系材料では, 動的注入によって微細亀裂や難透水層への適用が期待できるといわれており, 今後は, 目詰まり特性に対する周波数や振幅の影響も検討する必要がある. また, もう一つの動的注入の見かけ粘性の低下にしても, 今回使用した材料よりも高濃度高粘性の条件下で, チクソトロピー材料に対する効果を期待できる可能性がある.

4. まとめ

閉鎖におけるグラウト技術の検討として, 室内実験を行い, ベントナイトの微粉碎や動的注入の効果と課題について整理を行った.

参考文献: 1) 核燃料サイクル開発機構(1999): 釜石原位置試験総括報告書, サイクル機構技報, JNC TN7410 99-001. 2) 杉田裕(2002): プラグ周辺部の掘削影響領域への粘土グラウト注入の適用性 (TSX プロジェクト), サイクル機構技報, 第 16 号, JNC TN1340 2002-002.

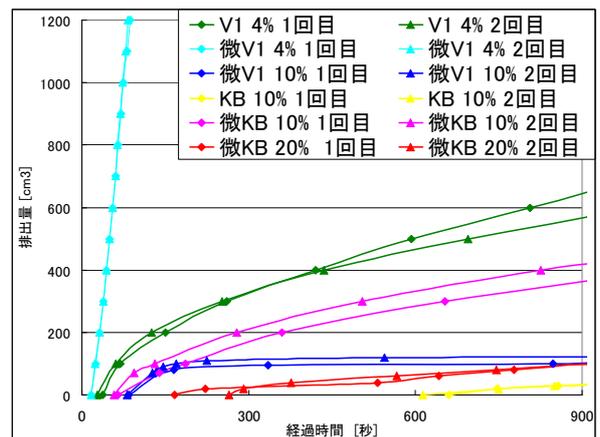


図 2 排出量の経時変化 (全ケース)

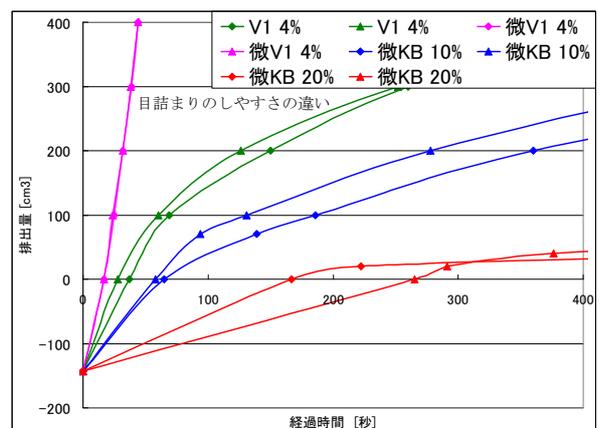


図 3 注入初期の排出量の経時変化 (4 ケース)

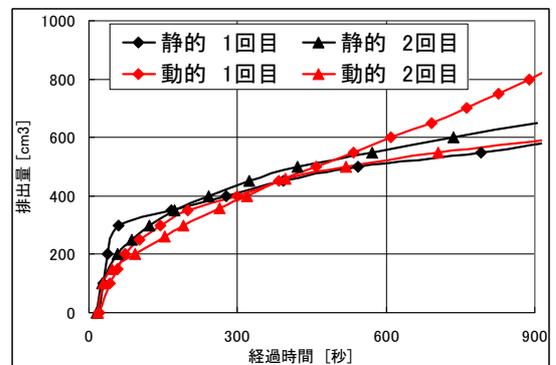


図 4 静的/動的注入工法による注入試験結果