

## 回収技術の高度化開発（その3）：スラリーの処理に係る沈降試験

清水建設 正会員 ○中島 均 正会員 矢萩良二  
 (公財) 原環センター 正会員 岡田裕之介 正会員 小林正人

### 1. はじめに

処分孔竖置き方式におけるオーバーパックの回収において、拘束する緩衝材を除去する手段として緩衝材除去システムが開発されている<sup>1)</sup>。このシステムは噴射吸引設備、塩水リユース設備、遠隔操作設備で構成する。噴射吸引設備で電解質溶液（塩水）を緩衝材に低圧噴射し、電解質の崩壊効果で緩衝材をスラリー化させて吸引除去する。除去生成物であるベントナイトスラリーを塩水リユース設備で電解質の沈降促進効果で固液分離し、上澄みの塩水を調整後、再び噴射吸引設備に送水する。このような循環システムとすることで、必要な塩水量を抑えることができ、作業空間に制約のある地下施設での適用性を確保しているが、除去作業に長時間を要する課題があった。この課題に対して、噴射圧の高圧化、噴射ノズルの選定、ノズルワークの最適化などの噴射吸引設備の改良（迅速化）により大幅に短縮できる見通しを得た。一方で、緩衝材除去システムとしての迅速化を達成するためには、システムを構成する他の設備についても高度化する必要がある。

本報では、除去生成物であるベントナイトスラリーの減容化、作用水の再生を担う塩水リユース設備の高度化に資するデータを取得するために実施した、スラリーの沈降試験の結果について報告する。

### 2. 除去作業の迅速化に対応した塩水リユース設備の検討

緩衝材除去システムで除去する範囲は、処分孔から引き上げるための把持部があるオーバーパック上部と、オーバーパックを拘束する側部の緩衝材であり、噴射吸引設備の迅速化前後で除去対象はほぼ同一である。また、ノズル1つ当たりの噴射水量とノズルの本数で決まる単位時間あたりに消費する塩水の量は、低圧/高圧ともに約 15 m<sup>3</sup>/h と見積もられている。一方、除去に要する時間は 77 時間から 3.5 時間程度に短縮できる見込みである。

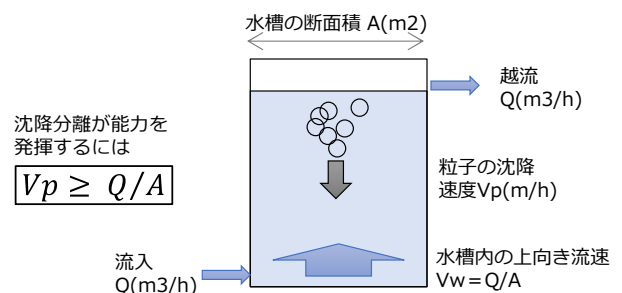


図-1 上昇流方式の固液分離の原理<sup>2)</sup>

すなわち、除去作業の迅速化によって除去生成物であるスラリーの濃さ（液固比）は大きく変化するため、これに対応する塩水リユース設備の改良が必要となる。塩水リユース設備の固液分離槽の設計では、流入するスラリーの液固比、単位時間あたりの処理能力、噴射吸引設備が要求する処理水の清浄度、及び固液分離槽内の沈降促進構造の選定などの検討が必要である。図-1 に上昇流方式の固液分離の基本原則<sup>2)</sup>を模式的に示す。水槽下層から未処理水が流入し、上方から越流するまでの間に固形物が沈降することで固体と液体が分離された処理水を得る。スラリー中の固形物の沈降速度は固液分離槽の設計における基本情報である。

### 3. 沈降速度の取得

試験条件を表-1に示す。スラリーは緩衝材相当の30wt%ケイ砂混合ベントナイトを5種類の溶液に対して、6段階の液固比となるように解いて作製した、合計30条件で実施した。

スラリーの濃度が沈降速度に及ぼす影響を取得するため、液固比は1000:50、1000:100、1000:150、1000:200、1000:250、1000:300の6段階とした。溶液は、噴射要素試験で使用した4%並塩溶液とその主要な溶質であ

キーワード 地層処分、緩衝材、回収技術、塩水、沈降速度

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: 03-3820-8431

る 4% NaCl 溶液を基本に濃度を変化させた 8% NaCl 溶液, 陽イオンの価数の効果を検証するための 4% CaCl<sub>2</sub> 溶液, 基本の 4% NaCl 溶液に無機系凝集剤 PAC (ポリ塩化アルミニウム) の効果の把握のため 5 種類とした. 図-2 に沈降試験の概要を示す. 作製したベントナイトスラリーを, 直径 10 cm のアクリル製円筒容器に高さ 150 cm まで注入し, 時間とともに変化する上澄みとスラリーとの境界位置を 1 分ごとに記録した.

#### 4. 界面沈降曲線と沈降速度

噴射要素試験で使用した 4% 並塩溶液の主成分である 4% NaCl 溶液の界面沈降曲線を図-3 に示す. スラリーが希薄になるほど, 初期の沈降は早く進む. また, 液固比が 1000:200 より小さい条件では, ある時間で急激に沈降速度 (図中の傾き) が変化する傾向があり, 濃度が高くなると不明瞭になる.

沈降初期の定速沈降領域の傾きを, 試験条件それぞれに対して取得し, 液固比に対してプロットしたものを図-4 に示す. 分散しているベントナイト鉱物は負電荷を帯びているため, 液固比が低い領域では溶液の濃度, 陽イオンの価数による初期の沈降速度への効果が見られる. 一方で液固比が高くなるとその効果は薄れ, 液固比 1000:200 以降ではほとんど溶液種の優位性は消失することがわかった.

噴射吸引設備の迅速化で採用した高圧噴射の場合, 主な除去メカニズムは電解質の崩壊効果よりも水自体の運動エネルギーが卓越する. そのため水質は切削効率よりも, スラリー処理能力の向上の観点から選択することが妥当と考えられる. 一方, 今回の沈降試験の結果から高濃度化するスラリーに対する固液分離の効果が低いことが分かった. また, 工業用の並塩でも試薬と同等の固液分離効果が期待できるため, 今後の除去試験では経済的合理性を考慮して並塩を使用する.

#### 5. まとめ

緩衝材除去 (噴射吸引設備) の迅速化に伴い発生する高濃度の除去生成物に対して, 塩水リユース設備の装置設計に資する沈降速度データを取得した. 得られたデータを用いて塩水リユース設備の具体化を進める.

本報告は, 経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和 3 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 (JPJ007597) (回収可能性技術高度化開発)」の成果の一部である.

**参考文献:** 1) 原環センター: 平成 26 年度地層処分技術調査等事業 (地層処分回収技術高度化開発) 報告書, 2015. 2) 井出哲夫: 水処理工学-理論と応用-, 技報堂出版, 1976.

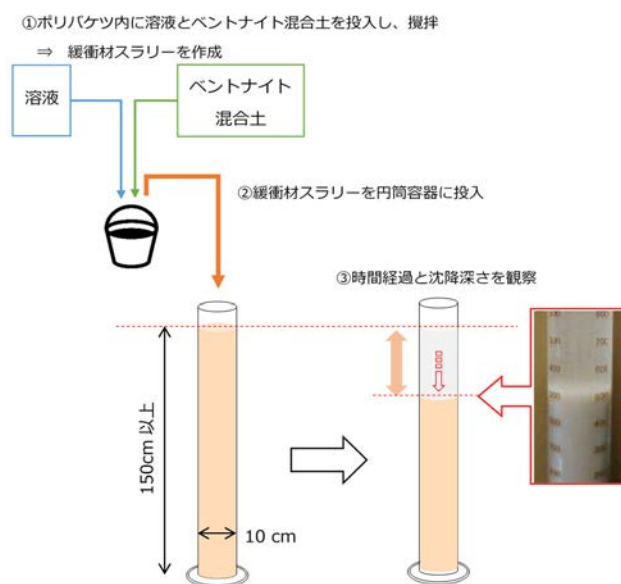


図-2 沈降試験の概要

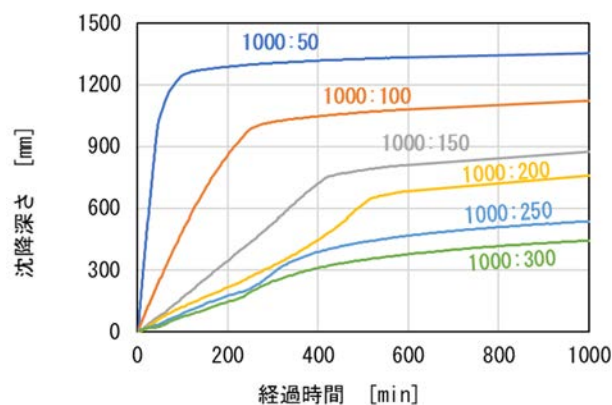


図-3 4% NaCl 溶液における界面沈降曲線

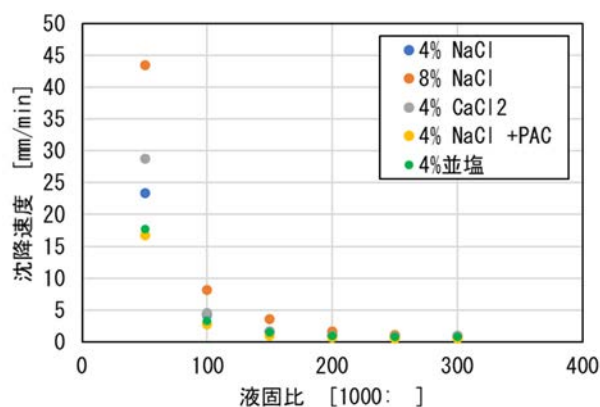


図-4 定速沈降領域における沈降速度