

振とう時間が及ぼすほう素溶出量への影響

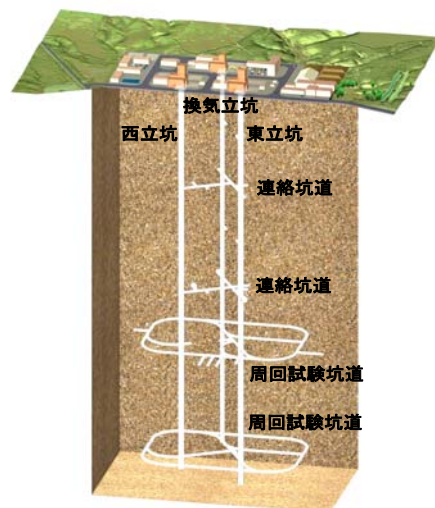
(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 小島 亘, 山上 光憲, 藤川 大輔
 大成建設(株) 札幌支店 正会員 北川 義人
 大成建設(株) 札幌支店 萩原 健司
 北電総合設計(株) 正会員 ○齋藤 綾佑

1. 目的

日本原子力研究開発機構は、北海道幌延町において、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を推進するため、深地層の研究施設を平成17年11月から建設している。本研究施設は深度500m程度の立坑ならびに連絡坑道および周回試験坑道からなり(図-1)、平成19年度末で換気立坑約160m、東立坑約100mの掘削を完了している。

本建設に伴い生じる掘削ズリは、自然由来であるものの、溶出量基準値を超過する特定有害物質が含まれていることから、土壤汚染対策法の「遮水工封じ込め型」に準じたズリ置場に搬出している。この場合、ズリは第二溶出量基準を満足するものであることを確認してから搬出する必要があるため、迅速な判定が求められる。そこで、本工事においては、振とう時間を1時間に短縮した溶出量試験(現地分析)を実施し、公定分析との相関よりばらつきの幅を考慮した補正値をもって基準値に対して判定している。

現地で分析する項目はカドミウム、ひ素、セレン、ふっ素、ほう素の5項目であるが、その中でもほう素に関しては、10mg/Lを超える高い値も検出されている。そこでほう素に関しての振とう時間による溶出量の差異および含有量を把握するため振とう試験を実施し、ほう素の溶出挙動を明らかにするとともに、現地分析の妥当性について考察した。



注) 今後の調査研究結果によりレイアウト変更の可能性がある

図-1 地下研究施設イメージ図

2. 試験方法

試料は、表-1 に示す地点で採取した立坑掘削ズリを用い、図-2 に示すフローにて振とう試験を実施した。試験ケースは表-2 に示すとおりであり、Case.1~6 は純水を溶媒とした溶出量試験を、Case.7 は希塩酸を溶媒として抽出する含有量試験を表している。このうち Case.2, Case.4 はそれぞれ現地分析法、公定法溶出量試験(H15.3 環境省告示第18号)、Case.7 は公定法含有量試験(同告示第19号)に同じ試験方法である。得られた試験液に対してpHおよびほう素濃度を測定した。なお、ほう素濃度に関しては、現地分析にて採用しているアゾメチンH吸光光度法(JIS K 0102.47.2)により測定した。

表-1 試料一覧

試料	採取箇所
No.1	140m 連絡坑道①
No.2	140m 連絡坑道②
No.3	換気 G.L-100m
No.4	東 G.L-95m
No.5	140m 連絡坑道③
No.6	140m 連絡坑道④

表-2 試験ケース

試験ケース	振とう時間(h)	溶媒	試料溶媒比(w/v)	備考
Case.1	0.5	純水	10%	現地分析法
Case.2	1			
Case.3	3			
Case.4	6			公定溶出量試験
Case.5	12			
Case.6	24			
Case.7	2	1mol/L HCl	3%	公定含有量試験

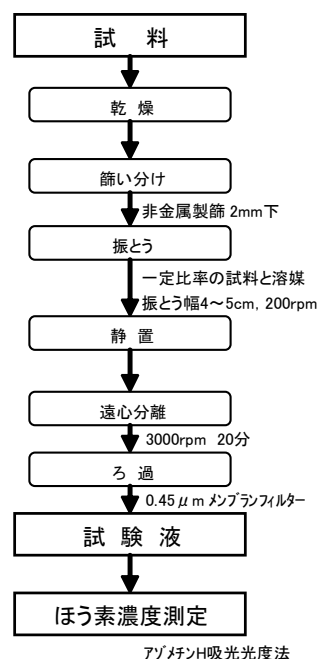


図-2 試験フロー

キーワード 溶出量試験, ほう素, 振とう時間, 現地分析, ズリ

連絡先 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 (独) 日本原子力研究開発機構 TEL 01632-5-2022

3. 試験結果

振とう時間と pH との関係を図-3に、ほう素の溶出量および含有量を図-4に示す。pH は全試料ともおよそ 8.5~12 のアルカリ性を呈しており、振とう開始後 6 時間でほぼ一定の値に収束した。一方、ほう素は溶出量で 1~12mg/L、含有量で 90~190mg/kg であり、一定値に収束するまでの振とう時間も試料間のばらつきが見られた。

ほう素の溶出量と含有量の関係を把握するために、含有しているほう素が全て溶出した場合を 100% とした溶出率を定義し、各試料、各ケースについて算出した。溶出率と振とう時間との関係を示したものが図-5 である。溶出率は最も低い No.1 の試料で 10% 程度、最も高い No.4 の試料では 70% 程度であった。また図-6 は溶出率と pH の関係を示したものであるが、両者の間には負の相関が見られた。

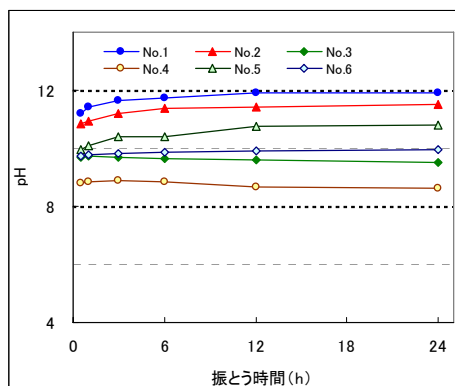


図-3 振とう時間と pH の関係

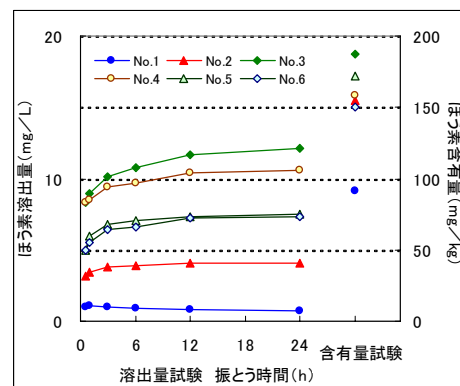


図-4 ほう素溶出量及び含有量

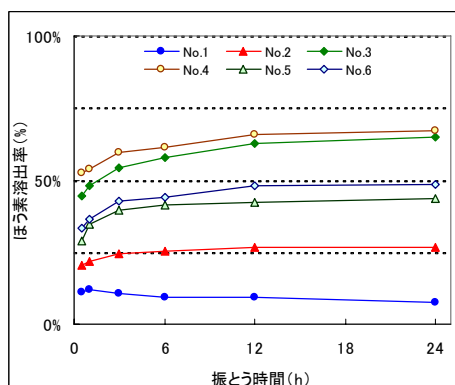


図-5 振とう時間とほう素溶出率との関係

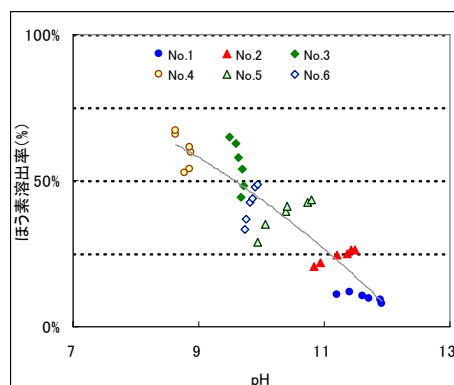


図-6 pH とほう素溶出率との関係

4. 現地分析に関する考察

現地分析法において振とう時間を 1 時間に短縮していることの考察として、公定法である 6 時間振とうとの比較検討を試みた。図-7 は横軸に振とう時間を、縦軸には 6 時間振とうに対する溶出量の割合をプロットしたものであり、図中には試料間のばらつき幅を Δ 値として併記した。0.5 時間振とうでは Δ 値は比較的大きいものの、1, 3 時間振とうでは大幅に減少していることがわかる。また図-8 は全試料について、振とう時間毎に 6 時間振とうとの溶出量の関係を表した散布図であり、図中の R^2 値は相関係数を、 σ 値は標準誤差を示している。ここに R^2 値は試料間のばらつきを表すが、0.5 時間振とうでは 0.97 であったのに対し、1, 3 時間振とうでは 0.99 と非常に高い相関関係が見られた。

以上より、振とう時間を短縮する場合、短い時間に設定するほど試料間のばらつきは大きくはなるが、振とう時間 1 時間と 3 時間のケースの間に大きな差異は無く、現地で分析を実施するにあたっての時間効率を考慮すると、1 時間の振とう時間は妥当なものであったと考えられる。

また、ほう素の溶出量は、試料中のほう素含有量や pH に大きく依存するが、図-8 に示したように振とう時間のみに着目すると、同様な溶出挙動を示していることがわかった。これは今後掘削の進行につれて、ズリに含まれるほう素の含有量が増加した場合においても、振とう時間を短縮する溶出量試験により、迅速に適切なズリ管理が可能であることを示唆している。

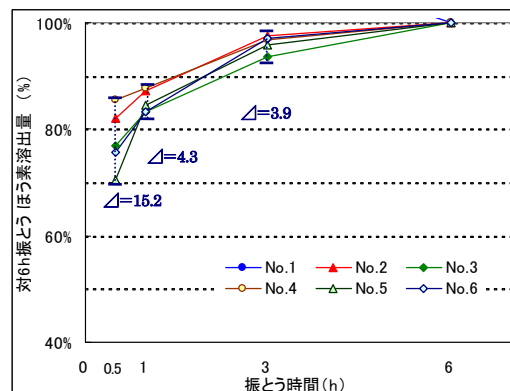


図-7 ほう素溶出量比(対 6h 振とう)

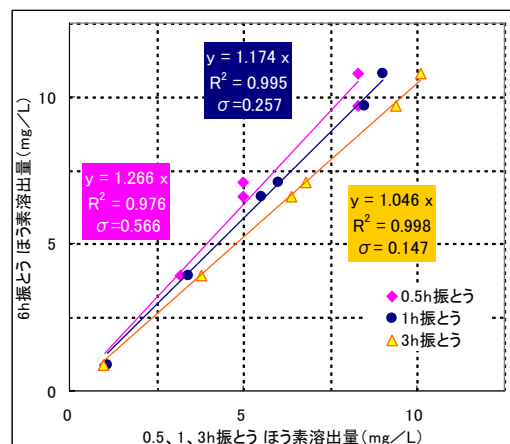


図-8 6h 振とうに対する溶出量の関係