

管理型掘削土（ズリ）の性状と今後の課題

(独)日本原子力研究開発機構 正会員 山西 毅, 関谷 美智, 鈴木 達也
 大成建設(株)札幌支店 正会員 北川 義人
 北電総合設計(株) 正会員 齋藤 綾佑, 横田 大輔

1. 背景

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20年度末で換気立坑約250m、東立坑約140mの掘削を完了している。

本建設に伴い生じる掘削土(ズリ)(以下「ズリ」とする)は、自然由来であるものの、環境基準値(溶出量)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盛土している。この際には、建設現場内に設置した分析室にて溶出量試験を実施し、第二溶出量基準を満足するものであることを確認することとしている。本稿においては、ズリの性状を報告するとともに、今後の展望について一考察を述べる。

2. 掘削土(ズリ)の性状

研究施設付近の地質は、新第三紀～第四紀の地層から構成され、地質年代の新しい順に更別層、勇知層、声問層、稚内層と続く。当該施設は声問層及び稚内層が対象となり、珪藻質泥岩及び珪質泥岩がズリとして発生する。

現地にて分析する項目は、既往の調査結果に基づく、カドミウム、ひ素、セレン、ふっ素、ほう素の5項目であるが、ひ素とほう素に関しては比較的高い値が検出されている。図-2には換気立坑における、ひ素、ほう素溶出量及びpHの推移を示す。ひ素溶出量は深度とともに上昇傾向を示しており、ほう素溶出量に関してはGL-100m付近まで上昇した後に減少傾向を辿る。溶出液のpHは全深度を通じておよそ9.5程度で推移している。

3. 掘削土(ズリ)の長期的性状変化

ズリ置場の概要図は図-3に示すとおりである。平成19年5月から順次搬出しており、平成20年度末までの搬出量は、およそ30,000m³に及ぶ。なお、ズリを浸透した雨水等は図中の浸出水調整池へ集水され、排水処理設備にて処理を施した後に近隣河川へ放流している。

盛土したズリは、覆土等を施していないために大気開放下にあり、雨水等も浸透する。ズリに黄鉄鉱(pyrite, FeS₂)などの硫化鉱物が多く含まれる場合、このような状況下では酸化反応が進行し、硫酸酸性化が懸念されることから、ズリの長期的な性状変化を把握するために、搬出後のズリを再度採取して溶出試験を実施した。対象項目は、前述のひ素、ほう素、溶出液pHの3項目である。ズリの採取は、搬出からの経過期間が6ヶ月、12ヶ月、18ヶ月となるよう、3区画から各2地点を選定し、各々の地点について上層、中層、下層の3深度

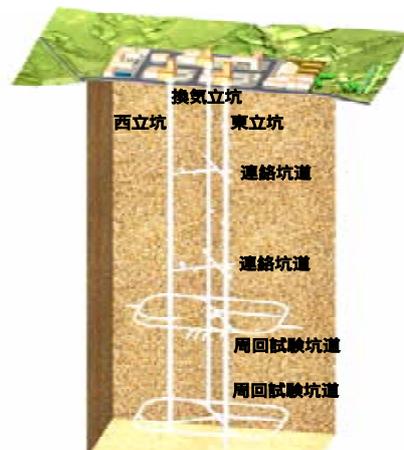


図-1 地下研究施設イメージ図

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

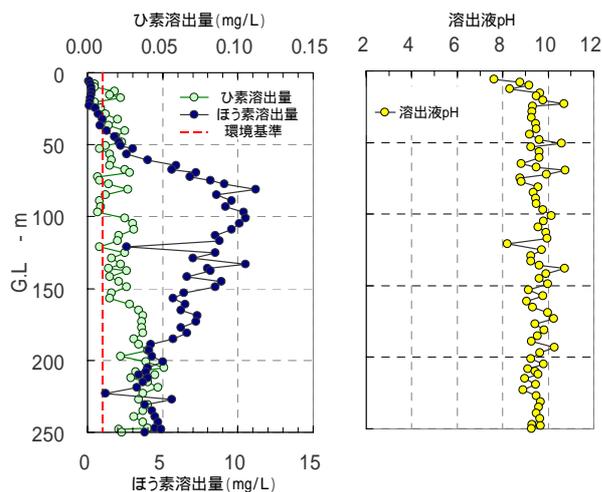


図-2 掘削時の掘削土(ズリ)性状

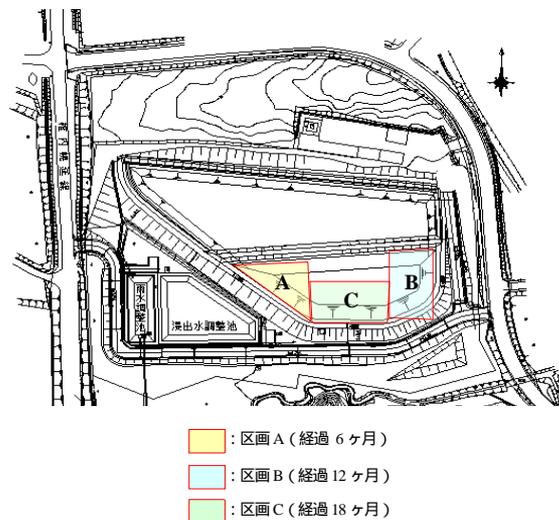


図-3 掘削土(ズリ)置場の概要図

キーワード 立坑, ズリ, 酸性化, 黄鉄鉱, 重金属

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

表 - 1 採取地点一覧

試料	採取月	掘削月	経過期間	搬出時の平均ズリ性状			
				掘削深度	pH	As (mg/L)	B (mg/L)
A-1 A-2	H.20.8	H.20.2	6ヶ月	V - 210m E - 140m	9.5	0.040	6.0
B-1 B-2	H.20.8	H.19.8	12ヶ月	V - 70m E - 40m	9.5	0.030	8.0
C-1 C-2	H.20.8	H.19.2	18ヶ月	V - 50m E - 30m	9.5	0.020	5.0

掘削深度の「V」「E」はそれぞれ換気立坑，東立坑を表す

表 - 2 結果一覧

	pH	As	B
	(-)	(mg/L)	(mg/L)
A1-上層	4.4	<0.001	19
A2-上層	7.7	0.070	13
A1-中層	4.6	0.002	9.8
A2-中層	7.4	0.026	3.2
A1-下層	7.6	0.076	7.7
A2-下層	7.6	0.015	3.5
B1-上層	4.1	0.003	3.5
B2-上層	3.7	0.018	9.3
B1-中層	6.9	0.005	4.5
B2-中層	3.5	0.009	2.6
B1-下層	7.7	<0.001	1.6
B2-下層	3.7	0.003	1.5
C1-上層	3.8	0.004	0.92
C2-上層	3.7	0.024	0.54
C1-中層	3.7	0.019	3.6
C2-中層	3.5	0.027	1.0
C1-下層	3.6	0.035	3.2
C2-下層	4.1	0.004	0.73

pHの網掛け部は酸性化していたものを表す

から採取した。なお、ズリ置場の盛立高はおよそ5mであり、各層の天端からの距離はそれぞれ1m, 2.5m, 4mである。

試料採取地点の一覧を表-1に、試験結果の一覧を表-2に示す。酸性化の指標としてpHに着目すると、およそ4.0程度まで低下したケースが多く見られ、酸性化の進行が確認された。搬出からの経過期間がそれぞれ6ヶ月, 12ヶ月であるA地点, B地点では、天端からの距離が短い上層ほどpHが低下する傾向にあった。これは、上層に盛り立てたズリ自体は酸化するが、そのズリが覆土の役割を担い、下層への酸素侵入を抑制したためと考えられる。一方、C地点においては、全層でpHが低下しており、搬出から18ヶ月経過すると、下層まで酸性化が進行することがわかる。

図-4は搬出からの経過時間とひ素及びほう素溶出量との関係を示したものである。これによると、6ヶ月経過時には搬出時の溶出量を上回り、その後低下するというケースが見受けられた。また、図-5は溶出量とpHとの関係を示した図であるが、両者の間に明確な関係は見られなかった。これらの結果については、含有量の変化や、酸化や溶解に係わる反応速度を把握していないため断定はできないが、ズリの酸性化により溶出量が増加するが、その後は雨水浸透によって溶脱されたことによると推察される。

4. 今後の展望

試験結果より、一部の地点においてズリの酸性化が確認された。今後掘削が進行するにつれ、発生するズリ量も増加することから、酸性化を抑制する施策は重要になると考える。

酸性化を抑制するためには、覆土による酸素の遮断、遮水工法による水の浸入防止、もしくは、中和能を有する粘土鉱物等による不溶解の施策等が挙げられる。しかしながら、重金属の溶出に関する反応機構に関しては不明な点が多く、ズリの盛立に関しても酸素侵入や透水性等の指標となるデータは取得しにくいいため、工法の検討は難儀である。

本試験ではズリの性状は把握できたものの、重金属の溶出機構の特定には至っていない。このため、今後の課題としては、図-6に示すように、ズリ性状の基礎データを取得するとともに、ズリ置場の盛立に係わる物性データを取得し、適切なズリ管理方法の確立を目指すこととする。また、これにより、浸出水の将来的な性状変化を予測し、環境リスクの低減化に努める所存である。

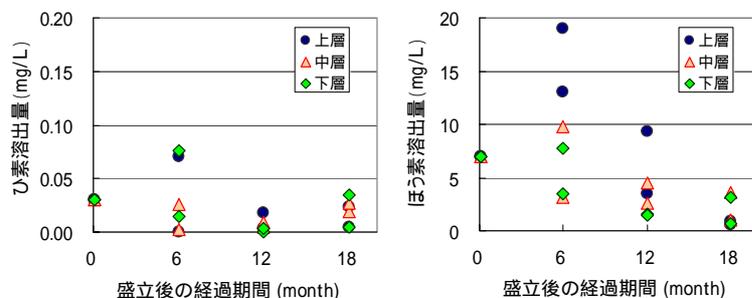


図 - 4 経過時間と溶出量との関係

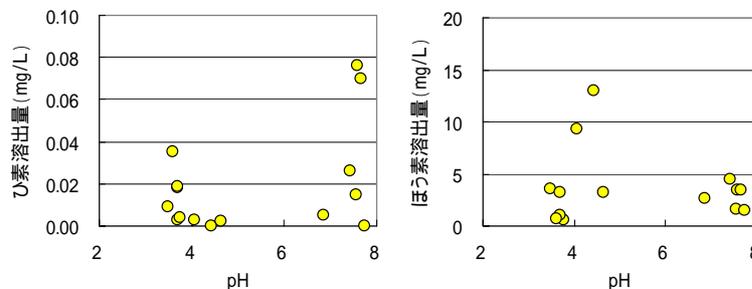


図 - 5 pHと溶出量との関係

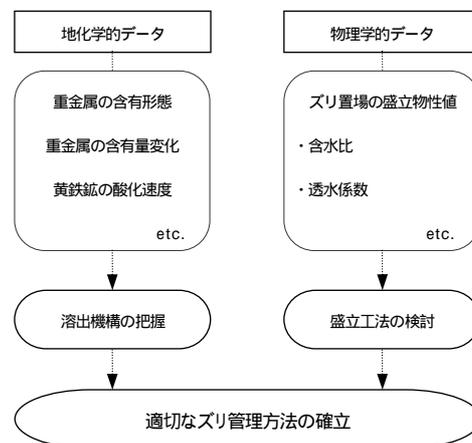


図 - 6 今後の試験フロー