

掘削ずりからのほう素およびセレンの溶出挙動について

大成建設 正会員 ○根岸 昌範
 大成建設 正会員 太田 綾子
 大成建設 正会員 高畑 陽

1. はじめに

トンネル掘削ずりをはじめ、建設工事に伴って発生する自然的原因により重金属等による汚染を含んだ岩石あるいは土壌については、環境中での暴露リスク低減などの観点からは、人為汚染と同様に適切な対処が求められている¹⁾。掘削ずりからの重金属類の溶出可能性を評価する方法として、実現象を再現した長期的な暴露試験なども提案されているが²⁾、短期試験により長期的な溶出ポテンシャルを類推し、迅速にリスク管理や対策の仕様を検討するなどの対応も求められることになる。

ここでは、比較的報告事例が少ない自然由来のほう素およびセレンを含んだ実際の掘削ずり試料について、いくつかの短期溶出試験により最大溶出量を評価した結果について報告する。

2. 試験方法

2.1 掘削ずり試料の性状

試験に供した掘削ずり試料は、固結度の高い海成堆積岩である。本試料を2mm以下になるように破碎し、ほう素およびセレンの溶出量と含有量を測定した結果を表-1に示す。ヒ素については、比較的含有量は存在するもののセレンと比較しても溶出量はごく僅かであった。溶出量試験を実施した際の検液 pH は5.8と弱酸性であった。また、ほう素およびセレンの全含有量は、文献値による一般的な堆積岩中濃度を上回っていた。

2.2 シリアルバッチ試験

掘削ずり試料を破碎して5mm以下の粒径としたものについて、液固比(L/S比)=10の条件で6時間振とうするごとに溶媒(純水)を入れ替えて溶出操作を5回繰返した。なお、破碎粒径の5mmは、掘削ずりを土質材料として再利用する際の目安として設定した。

2.3 最大溶出可能量試験

最大溶出可能量試験は、再生資材リサイクル等に関する既往の検討を参考にして実施した⁴⁾。図-1に示すように、L/S比を始めから50倍と設定し、攪拌翼を用いて200rpmの条件で3時間攪拌し、全量を固液分離してろ液を分析検液1とした。その後、ろ過残渣に改めて50倍になるように純水を添加(累積のL/S=100)し、硝酸を随時滴下することでpHを4に維持しながら更に3時間攪拌した。なお、掘削ずりの風化等による細粒化を考慮して、125 μ m以下の粒径区分についても同様の試験を実施した。

表-1 掘削ずりの性状

測定方法	単位	ほう素(B)	セレン(Se)	ヒ素(As)
溶出量(環告18号)	mg/L	6.9	0.032	0.001
含有量(環告19号)	mg/kg	63	<1	<10
全含有量 (底質調査方法: 環水大発120725002)	mg/kg	140	1.1	6.8
参考: 文献値 ³⁾				
地殻中濃度	mg/kg	10	0.05	1.8
堆積岩中濃度	mg/kg	100	0.6	13
溶出検液のpH	—	5.8		

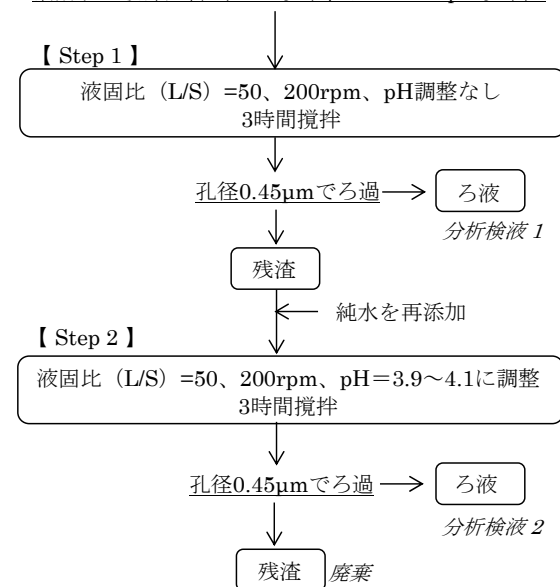
掘削ずり破碎試料(5mm以下、および125 μ m以下)

図-1 最大溶出可能量試験のフロー

キーワード 自然由来汚染, 掘削ずり, ほう素, セレン

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7226

3. 試験結果

3.1 シリアルバッチ試験

図-2 にシリアルバッチ試験における、各回の溶出量および底質法全含有量に対する累積溶出率を示す。なお、溶出量は各回の試験後の液相濃度 (mg/L) から掘削ずり重量あたり (mg/kg) に換算した値を示している。ほう素およびセレンともに、1 回目の溶出量と比較して 2 回目以降は溶出量が大きく低下している。全含有量に対する累積溶出率は、ほう素が 61% でありセレンでは 39%であった。なお、試験後の液相濃度が土壤溶出量基準に合致するのは、ほう素が 3 回目、セレンが 2 回目であった。

3.2 最大溶出可能量試験

表-2 に最大溶出可能量試験結果と底質法全含有量に対する溶出率を示す。溶媒の pH を調製せずに溶出する Step1 の段階で、ほう素は 90%以上、セレンは 80%以上が合計の溶出量に対して溶出していることが分かった。新たな溶媒を追加して、酸性側である pH=4 に維持して攪拌抽出した Step2 の段階の溶出量は Step1 と比較して小さかった。

細粒化まで考慮した 125 μm 以下の試料では、ほう素の溶出量は増大したが、セレンについては大きな差異はみられなかった。前者は、接触面積増大により液相への溶出が促進され、後者は、固液界面で濃度平衡が保たれるなどして接触面積に依存しなかったものと考えられる。

また、表-2 には、シリアルバッチ試験において、液相濃度が土壤溶出量基準値以下となるまでの累積溶出量を最大溶出量として、ほう素については 3 回目まで、セレンについては 2 回目までの合計量を併記した。このように、シリアルバッチ試験結果により本試験で使用した掘削ずりの最大溶出量を判定した場合、ほう素は安全側の評価となるが、セレンについては L/S=50 で攪拌した結果より大幅に低く見積もる結果となった。

4. まとめ

ほう素とセレンを対象に掘削ずりからの最大溶出量の推定方法を検討した。対象とする元素や試験方法によって最大溶出量の評価結果が異なる場合があり、吸着層工法などにおける薬材要求量の設定には留意が必要である。実際には、最大溶出可能量の検討に加えて、盛土状況を想定したカラム試験等によるピーク濃度まで把握し、溶出ポテンシャルを適切に評価したうえで対策の設計に活用していく必要がある。

参考文献

- 1) 環境省：土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改定第2版）、2012.8
- 2) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌の対応マニュアル（暫定版）、建設工事における自然由来重金属含有土砂への対応マニュアル検討委員会、2010
- 3) K.B.Krauskopf :Introduction to Geochemistry 3rd Edition, AppendixIV, 1995
- 4) 肴倉 宏史, 小林 常伸, 大迫 政浩：環境最大溶出可能量試験の規格化における未規定因子による影響の解明, 廃棄物学会研究発表会講演論文集 18(0), 321-321, 2007

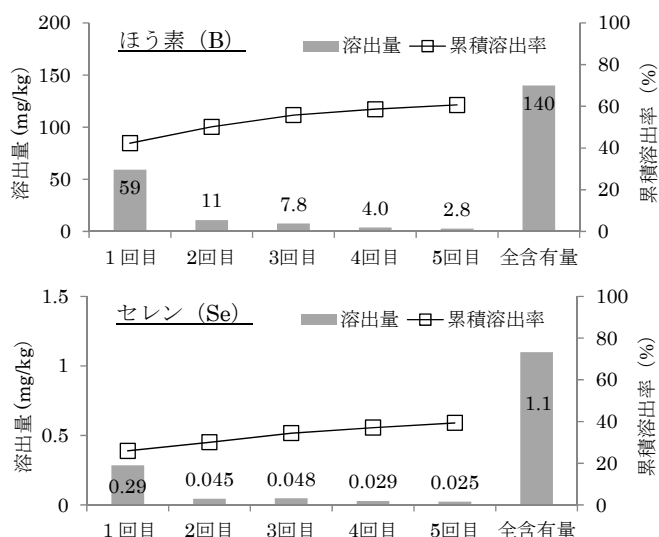


図-2 シリアルバッチ試験結果と累積溶出率

表-2 最大溶出可能量試験結果と溶出率

粒径	区分	溶出量 (mg/kg)		溶出率 (%)	
		ほう素 (B)	セレン (Se)	ほう素 (B)	セレン (Se)
5mm以下	Step 1	56	0.66	40	60
	Step 2	5.5	0.14	3.9	13
	合計	61.5	0.80	44	73
125 μm 以下	Step 1	69	0.60	49	55
	Step 2	4.8	0.10	3.4	9.1
	合計	73.8	0.70	53	64
シリアルバッチ試験結果に基づく最大溶出量		78	0.33	56	30