

自然由来砒素汚染土の分級点の違いによる土壤溶出量の比較

大成建設(株)技術センター 正会員 ○赤塚真依子, 川又 睦, 根岸昌範, 高畑 陽

1. はじめに

2010年に施行された改正土壤汚染対策法では、適用対象外であった自然由来重金属を含む土壤も規制の対象となり、主に岩ズリ等を対象とした土木工事における自然由来重金属汚染の対策が検討されてきた。今後、シールド工事等から発生する大量の自然由来重金属汚染土についても同様の対策が必要になると予想されており、処分費の増大や処分先の確保が懸念されている¹⁾。

著者らは、泥水式シールド工事で発生する排泥水の分級後に生じる一次処理土中の重金属溶出量を詳細に調べるため、昨年度は、実汚染土を用いて一般的に設定されている74 μm より小さな38 μm までの径において分級操作による二次処理土の削減可能性を検討した²⁾。本年度は、新たな試料を用いて、74, 38, 20 μm において分級した結果について報告する。

2. 初期試料と試料調整

5ヶ所の自然由来の重金属含有土を試験に用いた。試料は、現地で採取後、速やかに密閉容器に保存した。試料の性状を表1に示す。また、代表として試料Aの走査型蛍光X線分析(Rigaku製ZSX PrimusII)による元素分析結果を図1に示す。試料A~Eのいずれの試料も鉱物組成や元素組成に大きな差はなく、ケイ酸塩鉱物を含む細粒土と考えられる。貝殻等が由来と考えられるCalciteは一部の試料で確認された。採取した試料は、砒素、鉛、ホウ素、六価クロム、セレンの5元素を対象に土壤汚染対策法に基づく土壤溶出量と土壤含有量を測定した。各試料の砒素の土壤溶出量は環境基準の2~10倍程度であり、それ以外の元素はいずれも基準値以下であった。また、上記5元素の土壤含有量はいずれの試料も基準値を大きく下回った。そのため、本試験では砒素を評価対象とした。なお、本試験における溶液中の砒素は、誘導結合プラズマ質量分析(Agilent製7700x)のHeガスモードで測定した。

分級試験には、実汚染土の試料を泥水式シールド工事における泥水相当である比重1.4に調整した泥水を用いた。保存していた土100gに対して所定量の水を加え、密閉容器で200rpm、5分間の攪拌を実施し、解砕したものを供試試料とした。

表1 試料の性状

	単位	環境基準	低濃度砒素汚染土		高濃度砒素汚染土		
			試料A	試料B	試料C	試料D	試料E
含水率	%	—	26.8	26.3	36.6	36.1	21.3
砒素土壤溶出量	mg/L	0.010	0.026	0.033	0.074	0.090	0.100
細粒分含有率	%	—	40	54	75	70	80
X線回折結果*	Quartz		◎	◎	◎	◎	◎
	Calcite		—	△	△	△	—
	ケイ酸塩鉱物(複数)		◎	◎	◎	◎	◎

*◎:明瞭な複数ピークの一致, ○:明瞭な最強線の一致, △:最強線の一致, —:一致なし

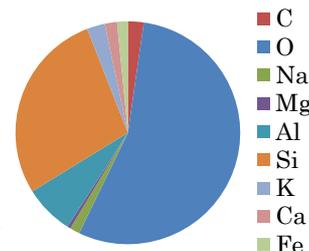


図1 元素組成(試料A)

3. 分級方法

74, 38, 20 μm の3つの目開きのふるいを用いて分級試験を実施した。分級方法については、昨年度の検討²⁾を元に、①;ハンマーによる加振(加水無し), ②;水桶での上下操作(水桶内水量1.2L)の2方法を採用した。ふるい上およびふるい下の回収土の土壤溶出量については①の分級方法で評価し、分級前後の土の回収量については②の分級方法で評価した。ふるいを通過した泥水は遠心分離装置(5000G, 15分)を用いて余剰水を除去してから風乾した。また、ふるいの上に残った試料は、そのまま風乾した。なお、①の分級方法でふるい上に残存した土の土壤溶出量は、風乾後に試験に用いたふるいにより細粒分を除いてから測定した。得られた土と余剰水は、重量を測定し、風乾前に測定した土の含水率をもとに、土の回収量を算出した。分級作業実施時の写真を図2に示す。

キーワード: 自然由来重金属 砒素 分級 土壤溶出量 泥水

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 TEL 045-814-7226

4. 分級後のふるい通過土量および砒素の土壤溶出量

分級操作によりふるいを通じた試料(ふるい下回収土)の重量比(乾燥重量)を図3に示す. 分級径を74 μm から20 μm に小さくすることによって, ふるいを通じる土量は, 試料Aで32%, 試料Bで31%, 試料Cで37%, 試料Dで31%, 試料Eで28%減少した.

また, 各分級径において, ふるい上およびふるい下の回収土の土壤溶出量(砒素)を図4に示す. いずれの試料においてもふるい上回収土の土壤溶出量は, 74 μm 以下の場合と20 μm 以下の場合は大きな差はなかった. また, 試料Bを除き, ふるい下回収土の土壤溶出量は, ふるいの目開きが細くなるにつれて高くなる傾向を示した.

低濃度の砒素汚染土である試料Aの場合, ふるい上回収土が環境基準程度まで土壤溶出量が低下し, ふるい下に非常に高濃度の砒素が濃縮する結果となった. 一方, 同じ低濃度の砒素汚染土である試料Bでは, 分級操作によってふるい上下の回収土に土壤溶出量の差がほとんど無かった. また, 高濃度の砒素汚染土である試料C~Eでは, ふるい上回収土の土壤溶出量はやや低下するものの, 環境基準を大きく上回ることが確認された.

5. まとめ

低濃度の砒素汚染土(試料A)では, 74 μm より小さな20 μm で分級しても, ふるいに残る粗粒分の土壤溶出量が環境基準値以下の非汚染土となり, 最大3割の細粒分(汚染土)を減量できる可能性が示された.

一方, 試料Aと同じく低濃度の砒素汚染土である試料Bは, 試料Aの結果と異なり, 分級後にふるいに残る粗粒分とふるいを通する細粒分の砒素の土壤溶出量に大きな差は生じず, ふるいに残る粗粒分の土壤溶出量が環境基準値を上回る結果となった. 試料Aでは, 保管中に砒素の土壤溶出量はほとんど変化がなかったが, 試料Bでは, 保管中に砒素の土壤溶出量は急激に低下した. 両者の砒素の溶出特性に大きな違いがあることが予測されたが, その原因は確認できなかった.

初期の土壤溶出量が環境基準の10倍前後である高濃度の砒素汚染土(試料C~E)では, 標準の74 μm の分級径を用いても一次処理土が環境基準値を下回らない可能性が示唆された.

したがって, 実際の工事で分級径操作を適用する場合には, 実機での分離精度等も考慮して, 処理対象とする土壌の性状や分級方法を事前に評価することが重要である. 今後, 土壌からの砒素の溶出メカニズムにも着目して, 分級操作による処理土の土壤溶出量評価を検討していく予定である.



(a) 分級方法① (b)分級方法②

図2 分級作業風景

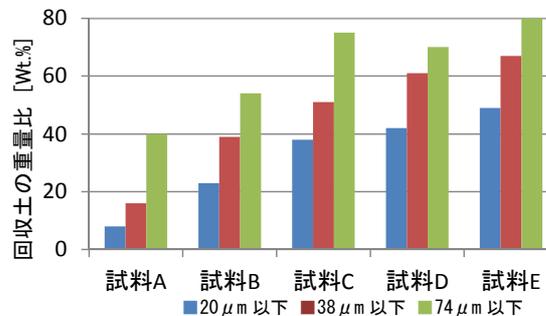


図3 ふるい下回収土の重量比

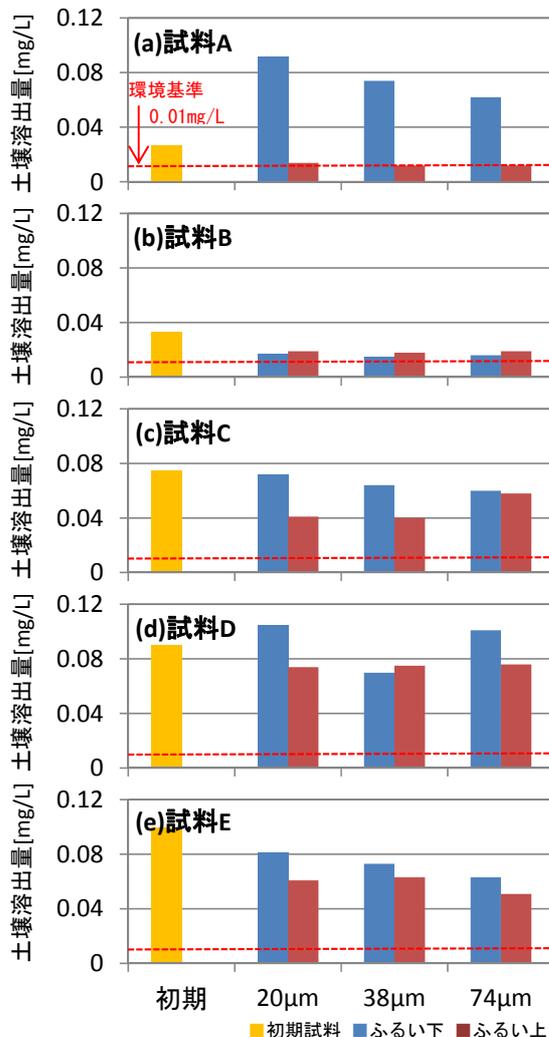


図4 各分級径における砒素の土壤溶出量

【参考文献】

1) 島田允堯: 自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質:ヒ素, 応用地質技術年報 No.29, pp31-59, 2009.
 2) 赤塚真依子ら: 自然由来重金属汚染土の分級後における土壤溶出量の検討, 土木学会第69回年次学術講演会, pp749-750, 2014.