

## 自然由来重金属汚染土の分級後における土壌溶出量の検討

大成建設(株)技術センター 正会員 ○赤塚真依子, 川又 睦, 片倉徳男, 高畑 陽

### 1. はじめに

2010年に施工された改正土壌汚染対策法では、適用対象外であった自然由来重金属を含む土壌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る<sup>1)</sup>。

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、実汚染土を用いて一般的に設定されている  $74\mu\text{m}$  より小さな粒径 ( $63, 53, 45, 38\mu\text{m}$ ) で分級した土壌の重金属溶出量を測定し、分級操作による重金属汚染土の削減可能性を検討した結果について報告する。

### 2. 初期試料と試料調整

3ヶ所の自然由来重金属を含む実汚染土を試験に用いた。試料は、現地で採取後、速やかに密閉容器に保存した。採取した試料の一部を用いて、土壌汚染対策法に基づく土壌溶出量<sup>2,3)</sup>と土壌含有量<sup>4)</sup>について、ヒ素(以下、As)、鉛、ホウ素、六価クロム、セレンの5元素を対象に分析した。土壌試料の性状を表1に示す。各土壌試料のAsの土壌溶出量は環境基準の1~10倍程度であり、それ以外の元素はいずれも環境基準値以下であった。また、上記5元素の土壌含有量はいずれの土壌試料も環境基準を大きく下回っていた。そのため、本試験ではAsを評価対象とした。なお、本試験における溶液中のAsは、ICP-MS(Agilent製7700x)のHeガスモードで測定した。

分級試験には、土壌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(表1)を加え、密閉容器で5分間、200rpmの攪拌を実施し、解砕したものを供試試料とした。

表1 土壌試料の性状

	単位	環境基準	試料A	試料B	試料C
含水率	%	—	20.7	20.6	32.2
土壌溶出量	mg/L	0.010	0.011	0.008	0.130
土壌含有量	mg/kg	150	0.94	1.10	1.94
細粒分含有率	%	—	32.2	46.1	90.1
泥水作成時 水の添加量	ml	—	60	60	37



(a) 分級①

(b) 分級③

図1 作業風景

### 3. 分級方法の検討

泥水の分級方法の検討として、①;ハンマーによる加振(加水無し)、②;①のふるい上に水を散布(泥水作成時の3倍量加水)、③;水桶での上下操作(水桶内水量1.2L)の3方法を  $74\mu\text{m}$  のふるい( $\Phi 20\text{cm}$ )を用いて実施した。ふるいを通じ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。風乾後の土壌試料のAs溶出量と、遠心分離により回収した余剰水中のAsの両者を測定した。各操作で得られた土壌と余剰水は、重量を測定し、風乾前に測定した土壌の含水率をもとに、3つのふるい分け方法による土壌とAsの回収量を算出した。作業実施時の写真を図1に示す。

分級方法の検討で得られた土壌の回収量(乾燥重量)を図2に示す。本結果は、①の後に②の分級方法を実施して、精度の高い分級が可能な③の方法と比較した結果を示す。試料Aと試料Bは、①と②を組み合わせることで、③と同程度の土量をふるい下で回収できたが、試料Cでは、回収量は少なかった。これは、試料Cには細粒分が多く含まれており、微粒子の凝集塊がふるい上に残ったためと考えられた。また、分級操作により土壌から水へAsが移行する割

キーワード：自然由来重金属 ヒ素 分級 土壌溶出量 土壌含有量

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

合は、初期試料のAs溶出量と比べて①で5%以下であったのに対し、②では約20%、③では30~110%であった(図3)。ふるい下で回収した土の溶出量も概ね①>②>③の傾向となり、水の添加量が増えるにしたがってAsの土壌から水への移行量が大きくなることが示された(図4)。したがって、分級による土壌溶出量の影響を正確に把握するためには、ふるい分け試験時の加水量を極力少なくする必要があることが示された。

#### 4. 分級後のふるい通過土量およびAsの濃度の検討

分級方法の検討結果をもとに、74, 63, 53, 45, 38 $\mu$ mの5つの目開きのふるいを用いて分級試験を実施した。前章の結果から、土壌の分級による土壌試料の選別(重量比)と選別後の土壌溶出量を同時に正確に把握する方法が無いため、分級前後の土の回収量については③の分級方法で評価し、ふるい下およびふるい上の土壌のAs溶出量については①の分級方法で別々に評価した。なお、①の分級方法でふるい上に残存した土壌のAs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。また、ふるい下の土壌は、前章に準じて遠心分離後の土壌と余剰水の両者を測定し、試験開始前の土壌試料のAs溶出量とふるいを通して泥水の可溶性Asの絶対量を比較した。

分級操作によりふるいを通して試料の土量(乾燥重量)と可溶性Asの割合を図5に示す。分級点を74 $\mu$ mから38 $\mu$ mに小さくすることにより、ふるいを通して土量が試料Aでは6%、試料Bでは12%、試料Cでは17%減少した。

また、試料BのAs溶出量を表2に示す。ふるい下に回収した土のAs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が、ふるい上の土壌のAs溶出量はほとんど変化しなかった。この結果は、試料Aや試料Cにおいても同様であった。これは、74 $\mu$ mから38 $\mu$ mの区間での可溶性Asの割合(A:9%, B:4%, C:7%)が小さかったためと推察される。

#### 5. まとめ

今回、比較的土壌溶出量の低い自然由来のヒ素汚染土を用いて室内試験を実施した結果、74 $\mu$ mより小さな径で分級しても、ふるいに残る粗粒分のAs溶出量は環境基準値以下となった。粗粒分を非汚染土と扱うことができるため、分級点を74 $\mu$ mから38 $\mu$ mに変更することにより最大1~2割程度の細粒分(汚染土)を減量できる可能性が示された。分級作業による汚染土の削減量と新たな分級のための設備導入などのコストを考慮した上での最適な分級径を把握すると共に、38 $\mu$ m以下より細かい分級径の処理における知見を今後蓄積していく予定である。

#### 【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) 環境省告示第46号: 土壌の汚染に関わる環境基準について (平成3年8月23日)
- 3) 環境省告示第18号: 土壌溶出量調査に関わる測定方法を定める件 (平成15年3月6日)
- 4) 環境省告示第19号: 土壌含有量調査に関わる測定方法を定める件 (平成15年3月6日)

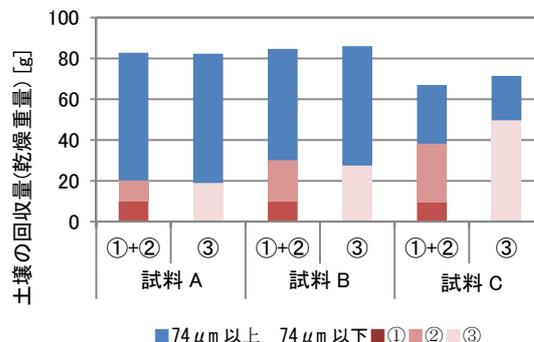


図2 土壌の回収量

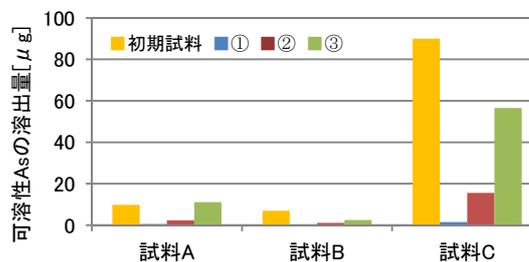


図3 可溶性Asの溶出量

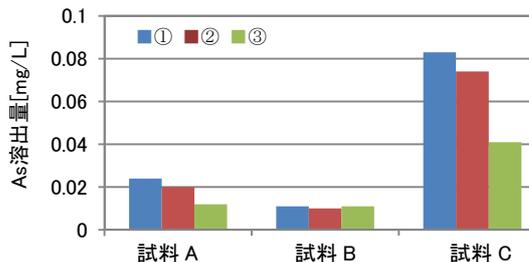


図4 Asの土壌溶出量試験結果(74 μm以下)

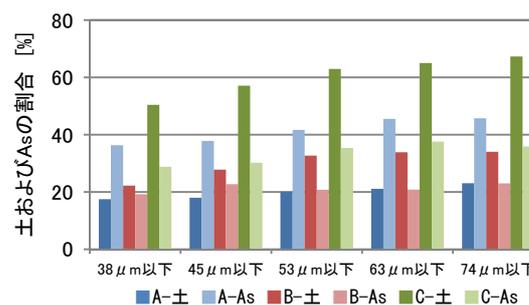


図5 ふるいを通して土量および可溶性Asの占める割合

表2 As溶出量(試料B)

ふるい目開き	ふるい上 [mg/L]	ふるい下 [mg/L]
74 $\mu$ m	0.005	0.011
63 $\mu$ m	0.005	0.010
53 $\mu$ m	0.005	0.011
45 $\mu$ m	0.006	0.014
38 $\mu$ m	0.006	0.014