

自然由来の砒素で汚染されたシールド掘削土の浄化技術の開発 (その2)

— 実証実験結果について —

西松建設株式会社 正会員 ○石渡 寛之 浅井 靖史 小林 正典
 佐藤 靖彦 山崎 将義
 金沢大学 学生会員 澤井 光 長谷川 浩

1. はじめに

自然由来の砒素を含む地質は、日本全域に広く分布しており、そのような地質の地盤において、シールド工事をを行う場合、掘進に伴い大量の砒素汚染土が発生することになる。一般的に、このような砒素汚染土は、汚染土壌処理施設や処分場等へ搬出し処理・処分されているが、大規模なシールド工事では、発生土量が多いことから、処分費の増大や処分先の確保が懸念されている¹⁾。そこで、筆者らは、泥水式シールド工場の泥水処理プラントに組込むことが可能なキレート剤を用いた浄化技術を開発した。本報告では、前報告²⁾において砒素や鉛等の重金属汚染土壌の洗浄に有効性が確認された生分解性のキレート剤を用いた泥水処理に関する実証実験の結果について述べる。

2. 供試泥水

自然由来の砒素として土壌溶出量が検出された2種類の試料土(表1)を用いて、比重1.2程度となるように模擬泥水を作泥し、実験に供した。なお、作泥後の泥水を3,000 rpm, 20 minの遠心分離を行った後の沈殿物および上清の砒素濃度を表1に併記した。

表1 試料土および作泥後の砒素濃度

試料名		試料土-I	試料土-K
原土の砒素	溶出量(mg/L)	0.010	0.025
	含有量(mg/kg)	<5	<5
作泥後の砒素	沈殿物(mg/L)	0.021	0.021
	上清(mg/L)	0.009	0.062

試料土の粒径加積曲線を図1に示す。試料土-Iは上総層群の泥岩(通称:土丹)で、その粒度組成は砂質細粒土に試料土-Kは有楽町層の粘性土で、砂まじり細粒土に分類されるものであった。

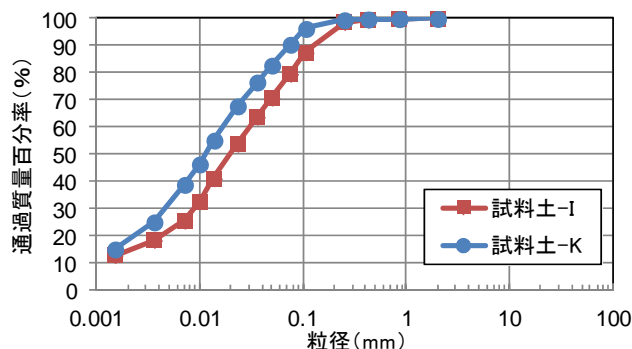


図1 粒径加積曲線

3. 実証実験の概要

3.1 実証実験プラント

実証実験に用いたプラント構成および処理フローを図2に示す。プラントは、通常の泥水処理での2次処理において「砒素抽出除去槽」、その後段に「遠心脱水機」および「すすぎ・凝集沈殿槽」を加えたのみの構成である。

3.1 実験方法

抽出除去時のキレート剤の処理濃度(1 mM, 10 mM)および処理時間(10 min, 30 min, 60 min)を実験パラメータとした6ケースについて、供試泥水ごとに行った。

キレート剤による砒素の抽出除去効果を確認するため、2次処理土(脱水ケーキ)の砒素溶出量を環告第46号溶出量試験にて測定した。また、抽出除去効果の評価するため、遠心脱水機で分離される「分離水」および「固形物」の砒素濃度も測定した。

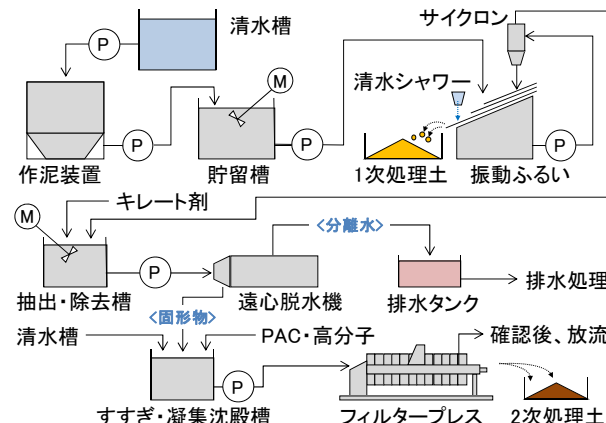


図2 プラント構成および処理フロー

キーワード 自然由来, 砒素, シールド, 泥水処理, 生分解性キレート剤, 洗浄法

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目17番21号 西松建設株式会社 技術研究所 TEL 03-3502-0267

4. 実験結果

4. 1 2次処理土(脱水ケーキ)の砒素溶出量

振動ふるい・サイクロンによって分級した<75 μm をキレート剤洗浄し、その後段のすすぎ・凝集沈殿等の処理を行い得られた2次処理土(脱水ケーキ)の砒素溶出量を表2に示す。2種類の供試泥水(試料土-I(泥水-I)および試料土-K(泥水-K))とも、いずれの処理条件において、脱水ケーキの砒素溶出量は、すべて定量下限値未満となった。<75 μm の沈殿物(シルト・粘土分)の砒素溶出量は、泥水-Iで0.024 mg/L、泥水-Kで0.022 mg/Lであったことから、キレート剤洗浄によってシルト・粘土分の砒素が抽出除去され、脱水ケーキとして回収できることが確認された。なお、シルト・粘土分の一部(本実験ではおおむね<10 μm)は、遠心脱水機で分離水側に除去される。

4. 2 キレート剤洗浄による砒素抽出除去効果

遠心脱水機で分離される「分離水」および「固形物」の砒素濃度を図3に示す。泥水-Iでは、キレート剤10 mMの場合、分離水の砒素濃度は処理時間10 min (0.29 mg/L)の方が30 min (0.38 mg/L)、60 min (0.39 mg/L)よりも低かったが、1 mMの場合は処理時間によらず0.33 mg/L前後であった。泥水-Kでは、処理時間によらず、キレート剤10 mMで0.26~0.27 mg/L、1 mMで0.30~0.36 mg/Lであった。以上からキレート剤1 mM、処理時間10 minで十分な砒素抽出除去の効果があることがわかった。

固形物の砒素溶出量は、2種類の供試泥水ともキレート剤10 mM(泥水-I:0.029~0.036 mg/L、泥水-K:0.036~0.043 mg/L)の方が1 mM(泥水-I:0.013~0.019 mg/L、泥水-K:0.021~0.024 mg/L)よりも高い結果となった。これは、キレート剤濃度の増大に伴って土壌中における砒素の存在状態が変化し、易溶性の砒素の化学種が固形物中に残存したことによると考えられる。この結果からも、キレート剤1 mMが最適であることが示された。

5. まとめ

泥水式シールド工場の泥水処理プラントの2次処理にキレート剤洗浄を組込むことで、<75 μm (シルト・粘土分)の砒素が抽出除去され、浄化された脱水ケーキとして回収できることを確認できた。また、抽出除去された砒素(遠心脱水機での分離水)は、広く適用されている重金属捕集剤を併用した凝集沈殿法で処理することができたが、<10 μm アンダーの微細粒子の凝集性を改善する必要性が示唆された。今後、<10 μm の微細粒子の凝集性に関する検討を進めるとともに、キレート剤洗浄における知見を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) 澤井ら：自然由来の砒素で汚染されたシールド掘削土の浄化技術の開発(その1)キレート剤を用いた湿式洗浄の基礎的検討，土木学会第70回年次学術講演会，2015(投稿中)

表2 2次処理土(脱水ケーキ)等の砒素濃度

キレート剤の処理条件		脱水ケーキの砒素溶出量(mg/L)	
処理濃度	処理時間	試料土-I	試料土-K
1 mM	10 min	<0.001	<0.001
	30 min	<0.001	<0.001
	60 min	<0.001	<0.001
10 mM	10 min	<0.001	<0.001
	30 min	<0.001	<0.001
	60 min	<0.001	<0.001
<75 μm		沈殿物(mg/L)	上清(mg/L)
泥水	試料土-I	0.024	0.007
	試料土-K	0.022	0.062

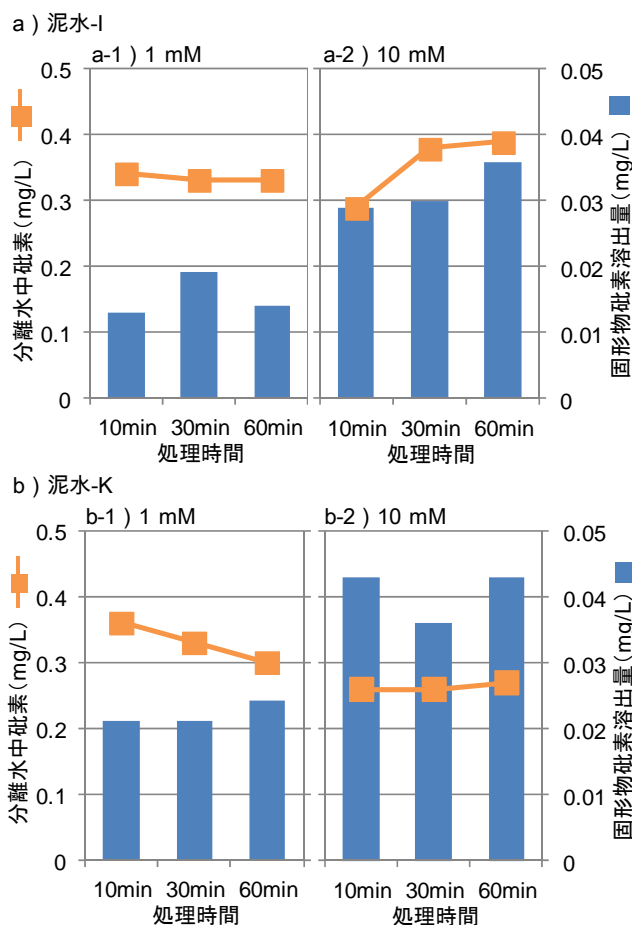


図3 遠心脱水機で分離される分離水および固形物の砒素濃度