

天然土を用いた自然由来重金属対策に関する基礎的研究

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○龍原 毅
同上 直原 俊介

1. 目的

トンネル等の建設工事で「自然由来の重金属を含む掘削土」(以下、重金属土と呼ぶ)の対応に相当のコストがかかる事例が増えている。対策として吸着層工法¹⁾や不溶化処理工法があるが、市販の吸着資材や不溶化資材だけでなく「重金属の問題が無い一般の土」(以下、天然土と呼ぶ)の吸着性能や不溶化性能を積極的に活用することで、合理的かつ低コストな対策を実現できる可能性がある。ここでは、図1の流れに従い天然土の吸着性能および不溶化性能を室内試験で評価した。図2に示す『混合方式』と『待受け方式』を模式化したカラム試験の結果では、待受け方式の方が重金属拡散防止として優れた性能を示すことを確認した。

なお、今回は天然土を数多く集め性能が良い土を選択したが、実際の現場では性能の良い土を十分に確保できないことも考えられ、そういう場合は市販資材の補助的に天然土を用いることが考えられる。

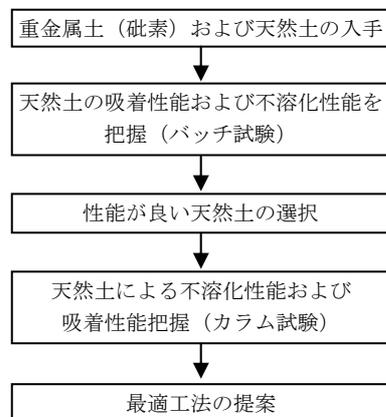


図1 検討の流れ

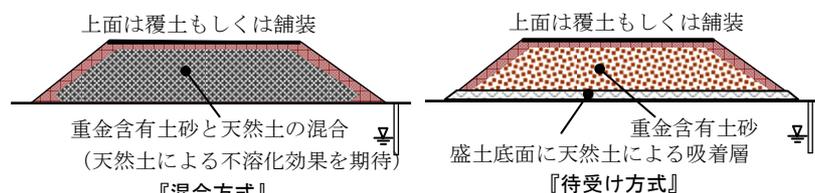


図2 工法概念図

2. 試験手順およびバッチ試験結果

試験は下記の手順で実施した(図1参照)。

- ①【試験用土砂の入手】砒素溶出量 0.062mg/l (公定法)の重金属土および天然土(36検体)を収集した。天然土は、礫混じり粘性土、礫混じり細砂、シルト、腐植土、火山灰などであった。
- ②【バッチ試験】人工砒素溶液を用いて天然土の吸着特性を把握(砒素濃度を変化させて吸着等温線作成)。今回の試験では礫混じり粘性土が最も優れた吸着性能を示した。その礫混じり粘性土を用いて、不溶化材料としての性能も把握し、ある程度の不溶化効果があると判断した(図3参照)。

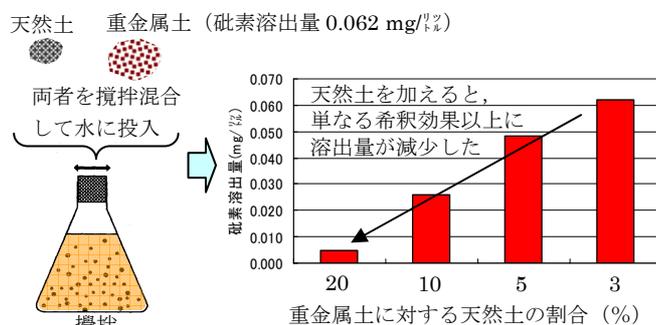


図3 天然土による不溶化効果試験

- ③【カラム試験】②で吸着性能が良かった礫混じり粘性土を用いて『混合方式』と『待受け方式』の比較を行った(図4参照)。重金属土と天然土の重量比は10:1とし、カラム内部の締固め状態が均等になるように土を詰めた。カラム上部から1回あたり月間降水浸透量に相当する蒸留水を注水し、ほぼ通水完了した時点(2日~3日)で次の注水を行い、それぞれ採水した。

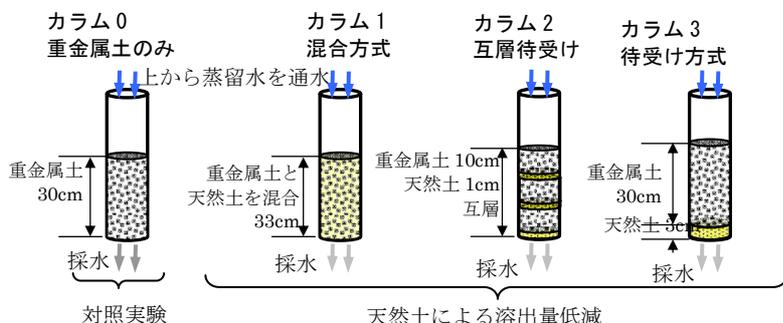


図4 カラム試験の概要

キーワード 砒素, 自然由来, 吸着, 不溶化, コスト縮減

連絡先 〒060-0807 札幌市北区北7西1-2-6 NSSニューステージ札幌 パシフィックコンサルタンツ(株)北海道支社 tel011-700-5223

3. カラム試験結果

カラム試験結果を表1, 図5に示す. 結果的に各カラムで透水性の違いが生じたため通水回数が異なっている.

カラム0では, 事前の公定法分析 0.062mg/l より高い値(最大 0.42mg/l)が出た. 混合方式のカラム1ではカラム0より低い, 環境基準を超過する砒素が溶出した. この結果は, バッチ試験(図3)で天然土を10%混合したときの溶出量を1/2~1/3に低減できた効果と整合する.

カラム2, 3は, カラム1より優れた結果を示し, 『混合方式』より『待受け方式』が優れる結果が得られた. また, 待受け方式の中でも最下方に待受け層をまとめて設置したカラム3の方が, 効果があった.

4. 考察

『待受け方式』が優れた結果を示した理由を, 溶液濃度と吸着特性に注目して考察する.

図6に示すように, カラム内部の砒素濃度は天然土が無い場合は, 下方ほど上昇していると思われる. それに対して, 一般的に溶液に吸着資材を入れた場合, 溶液濃度が高いほど吸着量は上昇する.

天然土を吸着資材と考えた場合, 図7に示すようにカラムの下方の砒素濃度がある程度上昇した箇所に天然土を設置した方が, 効果的に吸着が行われている可能性がある. このことが今回の試験で『待受け方式』が優れた結果を示した要因ではないかと考察する. 仮に天然土が吸着効果だけでなく不溶化効果も発揮していたら混合方式でも溶出量低減できたと推定するが, 今回の天然土では主に吸着効果が発揮されていたと推定する.

5. まとめ

砒素吸着性能が比較的良好な天然土を対策に用いる場合, 今回の試験結果によると待受け方式が優れることが確認できた. ただし, 天然土の調達性などを考慮した場合, 市販吸着材を使う場合の補助的に天然土を活用することが考えられる.

表1 カラム試験結果(採水できた回数分のデータ)

採水回数	採水時の砒素濃度(mg/l)			
	カラム0	カラム1	カラム2	カラム3
1	0.064	0.017	<0.001	<0.001
2	0.041	0.007	<0.001	<0.001
3	0.033	0.011	<0.001	<0.001
4	0.038	0.007	<0.001	<0.001
5	0.071	0.008	<0.001	<0.001
6	0.150	0.011	0.002	<0.001
7	0.290	—	0.005	0.001
8	0.410	—	0.007	0.002
9	0.360	—	—	—
10	0.420	—	—	—

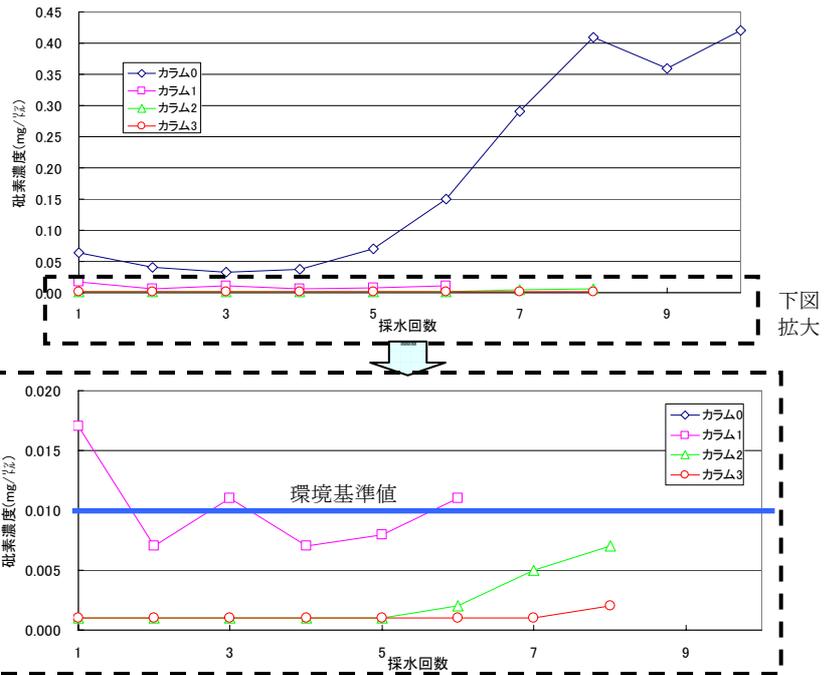


図5 カラム試験結果

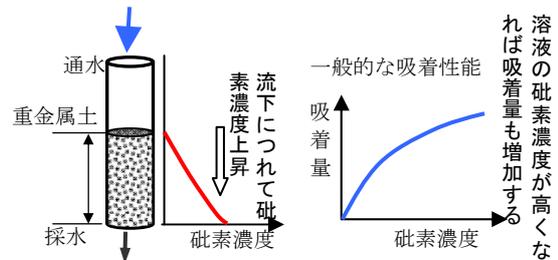


図6 カラム試験における砒素濃度変化と一般的な吸着性能の概念図

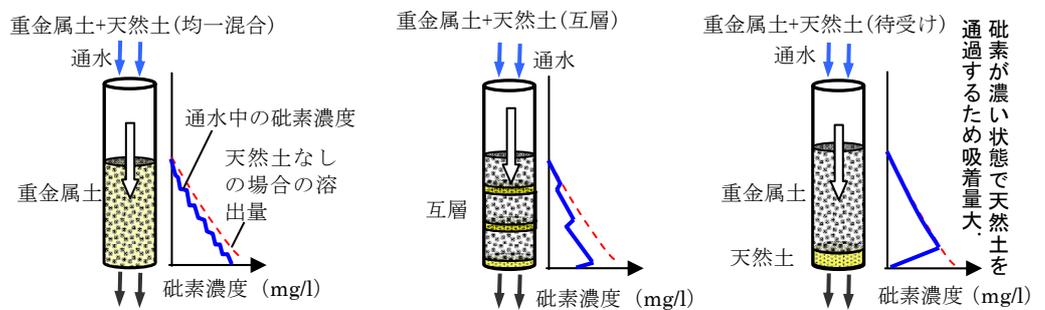


図7 各カラムにおける砒素濃度変化状況の推定

参考文献 1) 自然由来の砒素を含む土砂対策に用いる吸着資材の性能評価について, 龍原毅, 直原俊介, 平成21年度土木学会全国大会第64回年次学術講演会, III-225