

Web シンポジウム『休廃止鉱山のグリーン・レメディエーションに関わる研究の最前線』
講演資料

講演番号：07

演題：天然土質材料の砒素に対する吸着性能評価事例

発表者：有馬孝彦 1、寺口慧介 1、芦田和久 1、高篠葵 1

所属：1 日本工営株式会社

キーワード：自然由来重金属等、砒素、吸着材、吸着試験
要旨：トンネル等の建設工事では、砒素(As)や鉛等の自然由来の重金属等を含む掘削ずりが発生することがあり、掘削ずりの搬出先の地下水水質へ影響を与えないような対策を講じることが求められている。掘削ずりから溶出するAsについて、盛土下部に吸着層を敷設した吸着層工法による対策を検討する場合、吸着層の吸着性能を評価することが重要となる。吸着層に用いる材料として、鉄やマグネシウムを主成分とする人工吸着材と砂質土等を混合した人工吸着層や、火山灰や河川浚渫土等の天然材料を吸着材料として活用した事例がある。いずれの場合も、材料のばらつきや吸着機構を適切に評価した上で適用することが重要となる。

本資料では、ある建設工事で発生するAsを溶出する掘削ずりへ吸着層工法による対策適用を想定し、吸着層として使用予定の土質材料(以下、吸着材)を対象に、各種試験による砒素に対する吸着性能評価および土質・鉱物・化学組成の観点から、吸着性能に寄与する要因を評価した。

本研究で使用した吸着材は、建設現場近傍の土取場より採取したもので、露頭観察結果を踏まえ、代表試料5種類、およびそれらの混合試料1種類、計6種類(表1)を試験用試料として選定した。6種類の吸着材は褐色を呈し、細粒分を多く含む試料と砂分・礫分を多く含む試料に分類された。吸着材の基本性状を確認するため、粒度試験、溶出量試験、含有量試験を実施した。吸着性能を評価するために、建設現場箇所ボーリングコアを用いて作成したずり溶液(As: 0.050 mg/L)を使用し、吸着材の配合量を変化させ、吸着試験を実施した。さらに、吸着材の化学組成、鉱物組成を明らかにするために、蛍光X線分析(XRF)、粉末X線回折(XRD)を実施した。

吸着試験の結果(図1)、最も高い分配係数(ヘンリー式で近似)は吸着材①で358 mL/gとなり、吸着材⑥、吸着材②、吸着材③、吸着材⑤、吸着材④の順に高かった。溶出量試験の結果、自然由来重金属等(As等)の溶出量基準値超過は確認されず、pHは5.9~6.6で中性付近となった。XRFの結果、As全含有量は吸着材①、吸着材②、吸着材⑥では比較的高く、Asの吸着に寄与する可能性があるアルミニウム、鉄、マンガンの含有量は吸着材②、吸着材⑥が比較的高かった。粒度試験結果から、細粒分含有率は吸着材①、吸着材③、吸着材⑥が比較的高く、細粒分含有率が低い吸着材④、吸着材⑤は分配係数が低かった。XRDの結果、粘土鉱物としてスメクタイト、パーミキュライト、カオリナイト、緑泥石等が確認された。

以上の結果、As全含有量や細粒分含有率の高い吸着材で比較的高い分配係数が確認された。

表1 各吸着材の特徴

試料名 土質区分	露頭写真	試験写真	記号
吸着材① 砂質粘性土			層厚約0.7m。灰褐色を呈する細粒砂を含む粘性土。密実で締まりよい。下位層に漸移する。
吸着材② 粘性土混りり砂			層厚約0.8m。茶褐色を呈する陶次の良い粘性土混りり砂。上部は上方細粒化しながら上位層に漸移する。下位層との境界付近はφ5mmの円礫が混入。密実で締まりよい。
吸着材③ 砂質粘性土			層厚約0.3m。黄白灰色を呈する砂質粘性土。粘性高く締まりよい。所々細粒砂層をレンズ状に挟む。
吸着材④ 粘性土まじり礫質砂			灰褐色～赤褐色を呈する砂礫。φave1.5cm、φmax6cmの円礫と、粗粒砂から構成される。礫種はシルト岩、火山岩からなり礫表面は赤色化する。わずかにメノウ礫を含む。粗粒砂礫部と円礫礫部が20～50cm間隔で互層する。粗粒砂礫部は灰褐色を呈し、円礫礫部は赤みが強い。黒色の光沢を有する鉱物片が含まれる。
吸着材⑤ 分級された礫質砂			
吸着材⑥ 礫まじり粘性土質砂			吸着材①～⑤を重機で掘削した混合物。吸着材③(砂質粘性土)はφ5cm程度の礫状の"ダマ"になりやすい。吸着材①②④⑤は等量程度で混合しているように見受けられる。

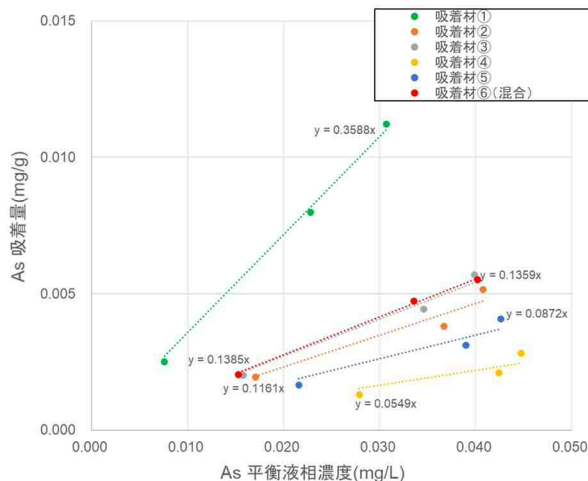


図1 吸着等温線

表2 各吸着材の分配係数と各種試験結果の比較

試験項目	吸着試験 分配係数 (mL/g)	溶出量試験			含有量試験 As (mg/kg)	XRF					粒度試験				
		As (mg/L)	pH	EC (mS/m)		As (ppm)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 含有率(%)	
吸着材①	358	<0.001	6.1	11	0.4	13	19.2	7.51	0.11	0.1	36.8	25.0	38.1	63.1	
吸着材②	135	<0.001	5.9	9.8	1.1	13	27.3	10.5	0.23	0.2	88.7	6.5	4.6	11.1	
吸着材③	116	<0.001	6.1	7.3	0.5	5.4	24.0	7.82	0.07	0.0	21.5	45.5	33.0	78.5	
吸着材④	54.9	<0.001	6.5	3.5	0.3	2.0	19.7	5.12	0.09	26.0	67.3	4.7	2.0	6.7	
吸着材⑤	87.2	<0.001	6.6	2.8	0.5	6.8	18.5	7.93	0.10	42.1	53.8	2.8	1.3	4.1	
吸着材⑥(混合)	138	<0.001	6.4	4.5	1.0	13	23.8	8.91	0.15	9.8	62.1	16.0	12.1	28.1	