

北海道内の自然由来重金属類の対策事例と課題について

防災地質チーム

1. はじめに

平成15年2月に施行された「土壤汚染対策法」(以下、「法」という)では、「自然的原因により有害物質が含まれる土壌」は法の対象外とされ、土木分野で自然由来重金属等が含まれる岩石等が確認された場合には、個別に対策を実施してきた。しかし、平成22年4月に施行された「土壤汚染対策法の一部を改正する法律」(以下、「改正法」という)では、自然的原因による重金属類を含む汚染土壌(依然、岩石は含まれない)もその対象となり、建設発生土中の自然由来重金属についても適切な対応が求められることとなった。

建設サイドでは、平成16年に土木研究所が「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)」¹⁾(以下、「地盤汚染対応マニュアル」という)をとりまとめ、土木工事における自然由来重金属類の評価・対策の考

え方を示した。また、建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会が「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)」²⁾(以下、「自然由来対応マニュアル」という)をとりまとめ、建設工事の実施にあたり、必要に応じ自然由来対応マニュアルを活用することを求めている。本報では、このような自然由来重金属類の評価・対策の過渡期のなか、法が施行される直前の平成13年度以降の、北海道開発局発注の公共工事における重金属対策事例の検討結果について報告する。

2. 北海道の国道における重金属類対策の現状

平成13～21年度に北海道開発局が実施している公共工事のうち、自然由来重金属類に対する対策を行った事例は16件(トンネル工事12件、改良工事4件)確認

表-1 重金属類対策事例一覧表

対象工事	対象となった重金属類				地質類型	地質時代、岩相等	対策工	措置箇所	モニタリング頻度	着工	完成
トンネル	A	ヒ素			堆積岩類	白亜紀泥岩 白亜紀泥岩	pH調整による溶出抑制	土捨場	5回/年	H16	H20
	B	ヒ素	鉛	ホウ素	火砕岩類 火山岩類	新第三紀中新世凝灰角礫岩 新第三紀中新世安山岩	遮水シート 封じ込め	旧道TN内	4回/年	H14	H17
	C	ヒ素			堆積岩類	白亜紀砂岩・粘板岩互層、粘板岩	遮水シート 封じ込め	本体	4回/年	H15	H20
	D	ヒ素	鉛	水銀	火砕岩類 火砕岩類	第四紀安山岩溶岩 第四紀凝灰角礫岩	遮水シート 封じ込め	土捨場	3回/年	H14	H18
	E	ヒ素			堆積岩類	白亜紀砂岩・泥岩	吸着層	本体	4回/年	H17	H21
	F	ヒ素			堆積岩類 火砕岩類	古第三紀砂岩・泥岩 古第三紀凝灰角礫岩	吸着層	本体	4回/年	H18	H19
	G	ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩	吸着層	本体	4回/年	H17	H21
	H	ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩 古第三紀砂泥互層	吸着層	本体	4回/年	H19	H22
	I	ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩	吸着層	本体	1回/月	H18	H20
	J	ヒ素			火砕岩類	新第三紀鮮新世溶結凝灰岩	遮水シート 封じ込め	本体	未定	H14	H17
	K	ヒ素	鉛	水銀	火砕岩類 火砕岩類	新第三紀鮮新世溶岩(安山岩・デイサイト) 新第三紀鮮新世溶岩(凝灰角礫岩)	遮水シート 封じ込め	土捨場	不明	H13	H16
	L	ヒ素	鉛		堆積岩類	新第三紀鮮新世～第四紀更新世砂岩・礫岩・泥岩	吸着層	本体	4回/年	H19	H19
	改良	M	ヒ素			火砕岩類 堆積岩類	新第三紀鮮新世～第四紀更新世凝灰角礫岩・軽石凝灰岩 新第三紀鮮新世～第四紀更新世碎屑岩類	遮水シート 封じ込め	土捨場	未定	施工中
N		ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩 古第三紀泥岩	吸着層・ 遮水工併用	本体	4回/年	H19	H21
O		ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩	吸着層	本体	4回/年	H20	H21
P		ヒ素			堆積岩類	古第三紀砂岩・泥岩 古第三紀砂泥互層	吸着層	本体	4回/年	H21	H21

された。結果を表-1に示す。

(1)対象となった重金属類

対象となった重金属類についてみると、16件全ての箇所ではヒ素が対象となっている。複数の自然由来重金属類が対象となった地域は、「ヒ素+鉛」が1箇所、「ヒ素+鉛+ホウ素」が1箇所、「ヒ素+鉛+水銀+カドミウム」が2箇所の合計4箇所となっている。これら全地域で対象となったのは溶出量のみであり、含有量が対象となった地域はない。北海道においては、特にヒ素の溶出量に対する精度の高い評価法とその合理的な対策法の重要性があらためて確認できた。

(2)地質との関係

対象となった地質は堆積岩類が10件、火砕岩類が1件、「堆積岩類+火砕岩類」の組み合わせが2件、「火砕岩類+火山岩類」の組み合わせが3件であった。

「堆積岩類」の10例中9例で、対象となった自然由来重金属類はヒ素のみであった。一方「火砕岩類+火山岩類」の組み合わせでは、3件とも対象となった自然由来重金属類は「ヒ素+鉛+a」であった。これらの地域では、熱水変質作用が確認されることから、そのような地域で工事を行う場合には調査設計段階から留意すべきであると考えられる。

本州以南の堆積岩類での事例を表-2に示す。北海道の堆積岩類では主にヒ素が課題となっているのに対し、本州以南では13例中12例で鉛が対象となっており、最も多い。なお、ヒ素は10例、カドミウムは7例となっており、フッ素、ホウ素、セレンも対象となっている。また、鉛とヒ素の組み合わせが10例、鉛とヒ素とカドミウムの組み合わせが6例となっている。

北海道と本州以南での対象重金属類の相違が、事例の取り方によるものか、地域性や地質特性によるものか、あるいはその両方か、など今後明らかにしていきたい。

表-2 本州事例一覧表

地質時代	地域	地層名	堆積環境・岩相	溶出量基準超過元素	文献
完新世	関東平野	沖積層	海成	鉛、ヒ素	4)
	大阪府	沖積層	海成シルト	鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素	5)
更新世・ 鮮新世	宮城県	仙台層群	海成シルト岩・砂岩・凝灰岩?	鉛、ヒ素	6)
			陸成砂岩・シルト岩・凝灰岩?	鉛、ヒ素	4), 6)
	福島県	和泉層	陸成砂岩~泥岩	鉛、ヒ素	7)
	千葉県	上総層群・ 下総層群	海成泥層~砂層	鉛、ヒ素	8), 9), 10)
	愛知県	段丘堆積物	陸成	鉛	4)
	大阪平野	大阪層群	海成泥層	鉛、ヒ素	5)
中新世	宮城県	秋保層群・ 志田層群	海成砂岩?	鉛、ヒ素	6)
			陸成凝灰岩?	鉛、ヒ素	6)
		名取層群	海成シルト岩	鉛、ヒ素	6)
			陸成凝灰岩	鉛	6)
中・古生代	三重県	秩父帯	泥質片岩	鉛、セレン	10)

(3)対策工法

対策工法の内訳についてみると、吸着層工法が9件、遮水シートによる封じ込め工法が6件、pH調整による溶出抑制工法が1件である。

着工年代別に見ると、平成15年度以前に着工した5件全てで、遮水シートによる封じ込め工法が採用されているのに対し、平成17年度以降に着工された10件では吸着層工法が採用されている。法が整備される直前・直後の平成15年度以前は、人為由来の有害物質に準拠した遮水シートによる封じ込め工法が採用されていたが、自然由来の重金属類が法の対象外であり、個別に対応出来ることが明確になるにつれ、より経済的な工法である吸着層工法に置き換わってきたことが確認できる。なお、pH調整による溶出抑制工法の着工年次は、両対策工法の狭間にあたる平成16年度である。

(4)土砂の措置箇所

自然的原因による重金属類が含まれる土砂を措置した箇所は、道路盛土内封じ込め方式が11件と最も多く、そのほか、土捨場方式が4件、廃道トンネル内封じ込め方式が1件であった。

土砂の措置箇所は現場条件(都市近郊か山岳部か、切土と盛土のどちらが卓越しているか等)に大きく左右されるが、盛土内封じ込めや廃道トンネルの利用など極力、建設工事の事業用地内で対応できるよう、現場が工夫していることが伺える。

(5)モニタリング頻度

モニタリング頻度をみると、施工中の事例は1件(1回/月の頻度でモニタリング)であり、他は施工後のモニタリング頻度を示している。施工後で最も件数が多いのは4回/年(16件中10件)であり、それ以外は3回/年や5回/年(共に1件ずつ)であった。

モニタリング頻度は、地盤汚染対応マニュアルで示されている頻度(施工時は週1回~月1回程度、施工後は年4回程度)をほぼ満足する結果であった。

モニタリング箇所の事例では、現場毎にモニタリング箇所に偏りがあることが確認された。例えば、図-1に示すように数百メートルを超える範囲で対象土砂の措置を行っている箇所でも下流側の1点のみモニタリングを行っているケース、図-2に示すように比較的狭隘な範囲で対象土砂の措置を行っている箇所でも複数地点のモニタリングが行われているケース、などである。また、図-3に示すように一定範囲内に点在して対象土砂の措置を行っているが、措置箇所毎にモニタリングの有無があるケースもあった。これらのケースでは、地盤汚染対応マニュアルに準拠しているが、地

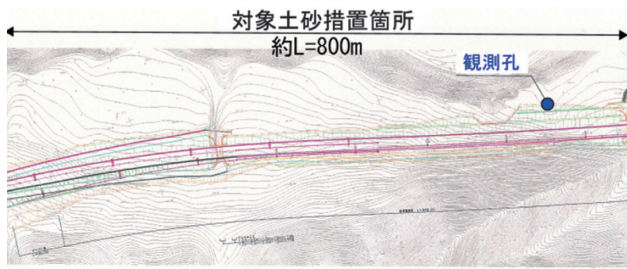


図-1 モニタリング事例1

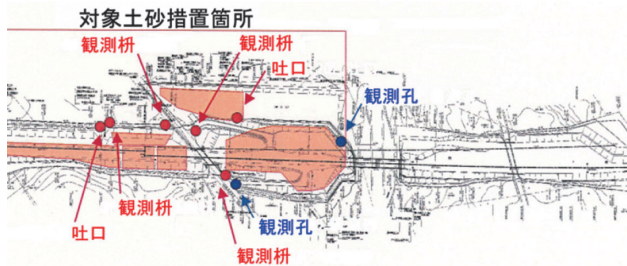


図-2 モニタリング事例2

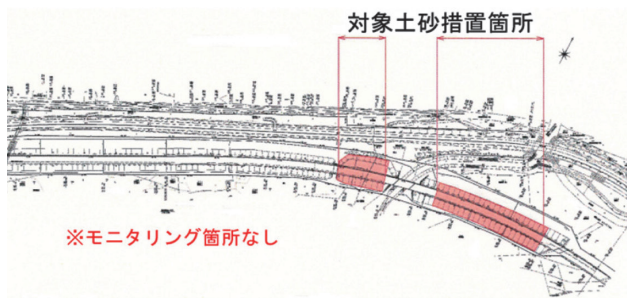


図-3 モニタリング事例3

元要望によるモニタリング箇所の追加など、自然由来対応マニュアルにおけるリスク評価という概念が整備・普及していない結果、現場条件に応じたモニタリングの適切な位置や範囲を設定出来なかったものと考えられる。

3. 改正法と対策の関係と課題

法の改正前では土壤汚染対策として、掘削除去の偏重が問題視されていた。改正法では、規制をかける区域と必要な対策について明確化され、自然由来の重金属類をも対象とすることとなった。近年、経済的に安価な対策手法の一つとして、吸着層工法が採用される事例が増えていることを前項で述べた。吸着層工法は、「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン暫定版³⁾」(以下、ガイドラインという)においては、透過性地下水浄化壁に相当することから、都市部における土砂トンネル等で搬出土壤の搬出先にお

いて要措置区域の指定を受けた場合、その対策として経済性の観点から吸着層工法が採用されることが想定される。ガイドラインでは、透過性地下水浄化壁の施工後、永続的なモニタリングが必要とされている。モニタリング期間終了の妥当性を判断するためには、より合理的な評価・判定方法を構築しなければならない。

また、自然由来対応マニュアルでは、リスク評価による対策効果の検証とモニタリング期間終了の目安にも触れている。それらについても今後は、より精度を上げるための検討が必要である。

4. おわりに

現在、対策工法は、従来の遮水シートによる封じ込め工法から吸着層工法に移行し、一定の合理化が進んだといえる。しかし、吸着層工法の詳細を見ると、様々な理由から安全側に評価・対策している部分が多く、まだまだ合理化の余地があると考えられる。このような課題は、自然由来対応マニュアルに示されている現場毎の特性を考慮したサイト概念モデルに基づくリスク評価法が確立し、適切な評価・対策・モニタリングが実施されていけば、順次解消されていくものと考えられる。今後、施工現場の実態に応じたモニタリングの観測数や観測位置等を簡易的に評価・決定出来る標準パターンへの提案に向けた検討が必要であると考えられる。

(文責：井上 豊基)

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所編：建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)、鹿島出版会、2004。
- 2) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会：建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)、平成22年3月、<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/recyclehou/manual/index.htm>
- 3) 環境省：土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン暫定版、平成22年7月、http://www.env.go.jp/water/dojo/gl_ex-me/index.html
- 4) 丸茂克美、氏家亨、江橋俊臣：日本各地の土壌中の重金属含有量と鉛同位体組成、資源地質、第53巻、第2号、pp.125-146、2003年

- 5) 国土交通省都市・地域整備局大都市圏整備課大深度地下利用企画室：平成18年度大深度地下利用における地層の化学反応に関する検討調査報告書、国土交通省都市・地域整備局大都市圏整備課大深度地下利用企画室、2007年3月
- 6) 丸茂克美、根本尚大、氏家亨、江橋俊臣、小野木有佳、山田亮一、吉田武義：土壤・地質汚染評価基本図～5万分の1仙台地域～、数値地質図E-2、産業技術総合研究所地質調査総合センター、CD-ROM、2006年
- 7) 阿賀川河川事務所、郡山国道事務所：第1回阿賀川掘削土対策検討委員会 配付資料-2、阿賀川掘削土対策検討委員会、2006年8月
- 8) 鈴木喜計、かずさ砒素研究会：自然地質からの砒素の溶出—房総丘陵における上総層群・下総層群を例として—、砒素をめぐる環境問題 自然地質・人工地質の有害性と無害性、古今書院、pp.47-62、1998年2月
- 9) 丸茂克美、竹内美緒、江橋俊臣、楡井久：土壤・地質汚染評価基本図～5万分の1姉崎～、数値地質図E-1、産業技術総合研究所地質調査総合センター、CD-ROM、2003年
- 10) 佐々木靖人、浅井健一、品川俊介：自然的原因による重金属汚染の対策技術の開発、<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/project/2007/pdf/2007-8-5.pdf>