

目 次

§ 1 総説

1. 1 本書の目的
1. 2 自然由来重金属等含有土の土壤汚染対策法上の位置づけと建設工事における対応方法
1. 3 酸性土への対応の進め方
1. 4 本書で取り扱う調査と対策の概要
1. 5 本書における用語の定義

§ 2 基本事項

2. 1 種類と分布
2. 2 リスク等
2. 3 建設工事における取扱い
2. 4 法体系上の位置づけ

§ 3 調査

3. 1 基本的な考え方
3. 2 調査の契機
3. 3 法定調査
3. 4 自主調査
3. 5 事業段階に応じた調査および計画
3. 6 調査における留意点
3. 7 指標と試験方法



§ 4 対策

4. 1 基本的な考え方
4. 2 自主的な対応における対策方法
4. 3 盛土・埋土等における影響予測
4. 4 施工時の対策
4. 5 モニタリング
4. 6 施工後の管理

参考資料

- | | |
|--------|-------------------------------------|
| 参考資料1 | 土壤汚染対策法で定める土壤溶出量基準と岩石粉砕試料を用いた溶出試験結果 |
| 参考資料2 | 自然由来重金属等含有土の溶出特性評価方法の課題 |
| 参考資料3 | 土壤汚染対策法に基づく調査 |
| 参考資料4 | 東京都環境確保条例に基づく調査の流れ |
| 参考資料5 | 土壤汚染対策法で定める分析法 |
| 参考資料6 | 迅速判定試験法 |
| 参考資料7 | 酸性土に関する試験法 |
| 参考資料8 | 全含有量の分析法 |
| 参考資料9 | 自然由来重金属等含有土の対策事例 |
| 参考資料10 | 施工時における要対策土の判定事例 |
| 参考資料11 | 地盤汚染管理台帳の例 |
| 参考資料12 | 土壤汚染対策法に係る基準値 |

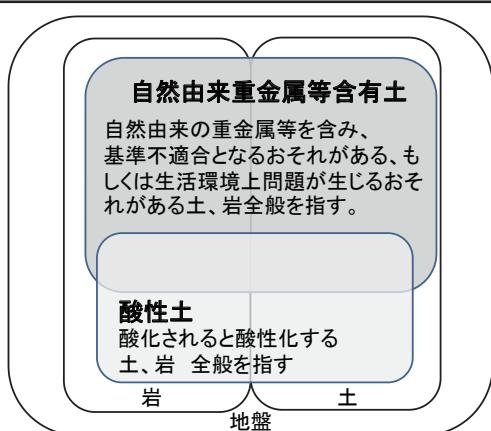
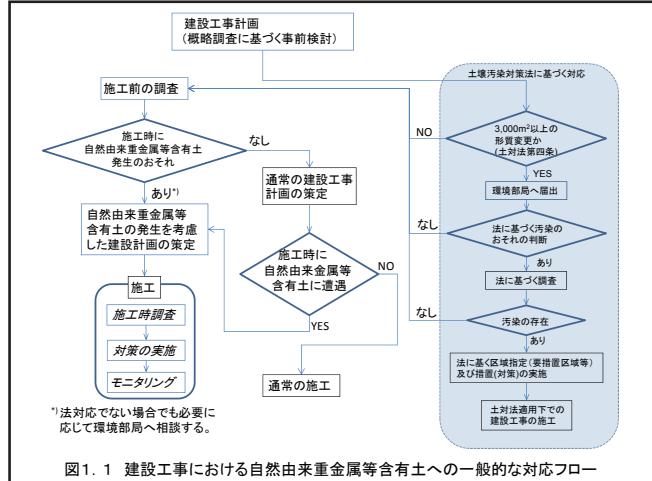


図1.5 本書における一般土の分類



関連する法律等

- 1) 土壤汚染対策法
- 2) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- 3) 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律
- 4) その他
 - ・鉱山保安法・金属鉱業等公害対策特別措置法
 - ・残土条例等
 - ・ダイオキシン類を含む発生土
 - ・油汚染土
 - ・温泉

調査の基本的考え方

- 法的な調査義務を遵守する。
- 法的な調査義務がなくても人の健康や周辺環境への影響を考慮する。
- 酸性土については法的な調査義務はないものの、環境への影響が懸念される場合には、酸性水が発生する可能性に関する調査の実施を検討する。
- 発生土がどのような状況の場所に置かれるのかということも考慮して、周辺環境への影響(リスク)が懸念される場合には調査を実施することが望ましい。

法定調査

(1) 土壤汚染対策法に基づく調査

法に基づく調査の必要性が生じた場合(法第3条、第4条、第5条の調査命令または第14条に基づく区域指定の申請)には、定められた手順・方法で調査を進める必要がある。

(2) 条例等に基づく調査

所管する自治体の条例等を確認して、適切に対応する必要がある。

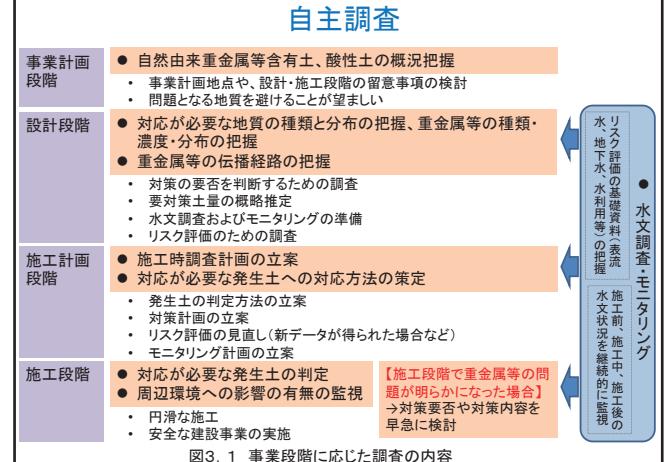
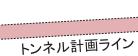


表3.1 トンネル工事における自主調査(例)

調査項目	概要	
文献調査	鉱床分布図や地球化学図などの既往資料、近隣における既往調査結果などによる推定	<p>資料の例: 日本の地質化学会団、独立行政法人 産業技術開発機構 地質調査総合センター https://gbank.gsi.jp/geochemmap/set/umei/setumei-book.htm</p>
施工前のボーリング等	調査時のボーリングコアもしくは露頭試料を分析・判定	<p>ボーリングコアもしくは露頭試料等を分析</p>
施工段階の先進ボーリング	先進ボーリングコアを分析・判定	<p>コア分析 先進ボーリング</p>
切羽観察	切羽観察による判断(ボーリングコアと切羽全体の整合性確認など) 必要に応じ切羽から試料採取し分析	<p>切羽観察による判断</p>
発生土の分析	仮置きした発生土を分析・判定	<p>仮置きした発生土の分析</p>

分析計画では、以下を総合的に考慮する

- **工事規模**(大規模トンネルでは、着工前に地山全体の詳細調査は困難な場合が多い)
- **工程**(分析に要する時間を考慮)
- **仮置き場の状況**(広さ、位置など)
- **先進ボーリングの必要性**(他の目的でも必要とするか)



例えば、比較的短いトンネルの場合、着工前に坑口から水平ボーリングを行い、全線の地質の重金属等の状況を調査することも考えられる。

例えば、仮置き場が十分に確保されている場合は、発生土を仮置き場で管理しながら分析を行うことも可能。

逆に、仮置き場を確保できない場合は、先進ボーリングの活用などが考えられる。



安全性、施工性、コスト等を総合的に判断して最適工法を選定することが必要ですね。



工種によるかき分けの例(施工時調査)

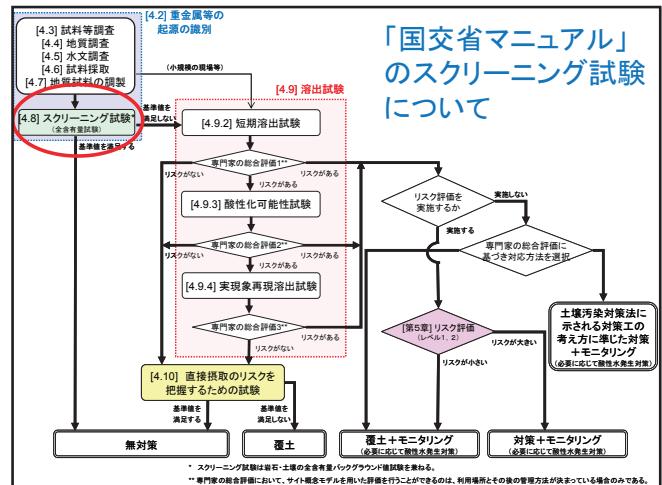
表3.5 山岳トンネルにおける調査方法の例

施工時の調査方法の例	概要	
発生土の分析	仮置きした発生土を分析・判定	<p>仮置きした発生土の分析</p>
施工段階の先進ボーリング	先進ボーリングコアを分析・判定	<p>コア分析 先進ボーリング</p>
切羽観察	切羽観察による判断(ボーリングコアと切羽全体の整合性確認など) 必要に応じ切羽から試料採取し分析	<p>切羽観察による判断</p>
上記の方法の組合せ	施工前に得られた情報をもとに、地層ごとに調査方法や調査頻度を変えて設定 【施工前の情報の例】 ・鉱床分布図や地球化学図などの既往資料 ・近隣における既往調査結果 ・調査時のボーリングコアもしくは露頭試料の分析結果	<p>たとえば、施工前の分析で重金属等が検出されなかつた範囲は、無対策とする(もしくは施工時の分析回数を少くする)。 たとえば、施工前の分析データが少ない範囲は、施工時に分析する。</p>

表3.6 シールドトンネルにおける調査方法の例

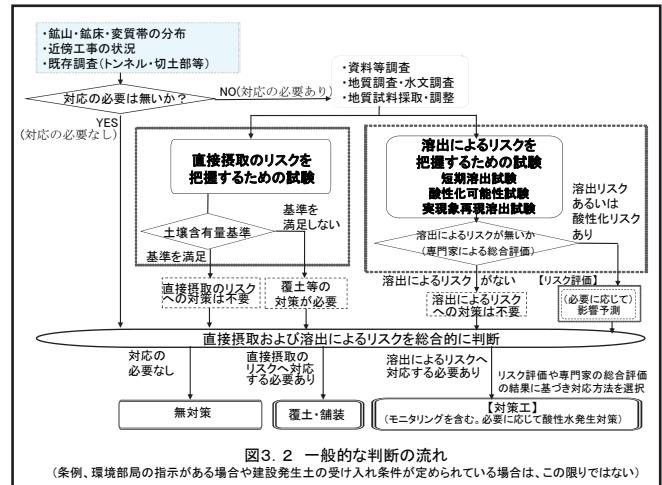
施工時の調査方法の例	概要	
地上からのボーリング調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリングコアの分析・判定 ・設計段階までのボーリングが不十分と判断した場合は、追加ボーリングを行うことも考えられる。 	<p>整坑 トンネル(計画ライン) 整坑 :ボーリング</p>
仮置き場(土砂ピット)での発生土の分析	・土砂ピットでの発生土を分析・判定	<p>土砂ピットでのすり分析</p>
シールドマシン出口での発生土の分析	・掘削直後のすりを分析	<p>掘削すりの分析</p>
上記の方法の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> ・施工前に得られた情報などをもとに、地層ごとに調査方法や調査頻度を変えて設定 <p>【施工前の情報の例】 ・鉱床分布図や地球化学図などの既往資料 ・近隣における既往調査結果 ・調査時のボーリングコアもしくは露頭試料の分析結果</p>	<p>整坑 トンネル(計画ライン) 整坑 :ボーリング</p> <p>たとえば、施工前の分析で重金属等が検出されなかつた範囲は、無対策とする(もしくは施工時の分析回数を少くする)。 たとえば、施工前の分析データが少ない範囲は、施工時に密に分析する。 たとえば、施工前の分析データが少ない範囲は、施工時の分析回数を多くする。</p>

表3.7 造成工事における調査方法の例		概要
施工時の調査方法の例	概要	
発生土の分析	仮置きした発生土を分析・判定	仮置きした発生土の分析
ボーリング	ボーリングコアを分析・判定	切土範囲のボーリングコアの分析
露頭の分析	露頭試料を分析	切土範囲の露頭試料の分析
上記の方法の組合せ	施工前に得られた情報などをもとに、地層ごとに調査方法や調査頻度を変えて設定 【施工前の情報の例】 ・舗床分布図や地球化学図などの既往資料 ・近隣における既往調査結果 ・調査時のボーリングコアまたは露頭試料の分析結果	重金属等の分布の可能性や施工性などを考慮して、上記の組合せで評価



スクリーニング試験について

- 我が国における土・岩に含まれている自然由来重金属等の通常の値(平均値)以下の発生土については、問題なく利用可能であろうとの考え方に基づいて設定されたもの
- ただし、カドミウム、水銀、セレン、ふつ素およびほう素については非常に小さな値が設定されており、湿式分析法を必要とし、分析に費用と時間を要する。実用的には、多数の検体に適用することが困難。
- 自然由来の重金属等は、一般に溶出量が問題となる場合が多いが、全含有量(スクリーニング値)と溶出量には一般的に相関関係が見られない。すなわち、スクリーニング試験では、対策要否の判断はできない場合が多い。
- 上記実態を踏まえ、スクリーニング試験による評価を行わないフローを示した。



対策要否の判定に使用する各種試験・評価方法

表3.2 対策要否の判定に使用する各種試験・評価方法

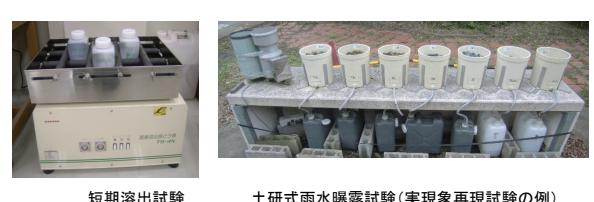
評価方法	評価方法または結果の活用方法
①短期溶出試験 ・粉碎試料を用いた環告18号試験 (参考資料5)	土壌汚染対策法の土壌溶出量基準を満足するかどうかで評価し、要対策土かそうでないかを判定する目安とする。
②酸性化可能性試験 ・過酸化水素水を用いるpH試験方法 (参考資料7)	試験結果をもとに、植生等への影響の有無と酸性化による重金属等の溶出促進の可能性を検討する。
③実現象再現溶出試験 ・カラム試験等	現場条件を模擬した試験で、試験結果を基に要対策土による周辺環境への影響(重金属等の濃度等)やその経時変化を評価する。
2)影響予測に基づくリスクの評価方法 ・移流分散解析等	各種試験結果に加え、周辺地盤や地下水に関する調査結果に基づき、リスク評価地点(敷地境界等)の重金属等の濃度を予測し、評価する。
3)土の直接採取によるリスクの評価方法 ・直接採取のリスクを把握するための試験 ・粉碎試料を用いた環告第19号試験	土壌汚染対策法の土壌含有量基準を超過するか否かで評価し、要対策土かそうでないかを判定する。

溶出によるリスクの評価のための試験方法

■ 3種の溶出試験

- 短期溶出試験(粉碎した岩石を用いる環告18号試験)→水で溶出
- 酸性化可能性試験(過酸化水素水を用いるpH試験)→硫酸鉄物を酸化
- 実現象再現溶出試験(定められた方法はない)→現場に近い条件で実施

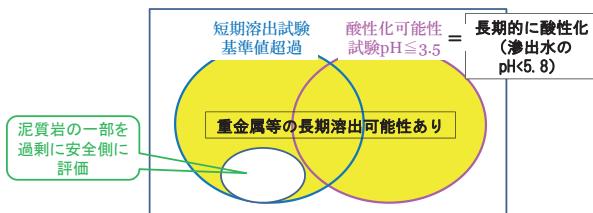
■ 結果の評価においては専門家が総合的に判断



曝露試験と室内試験の比較による評価方法の検討

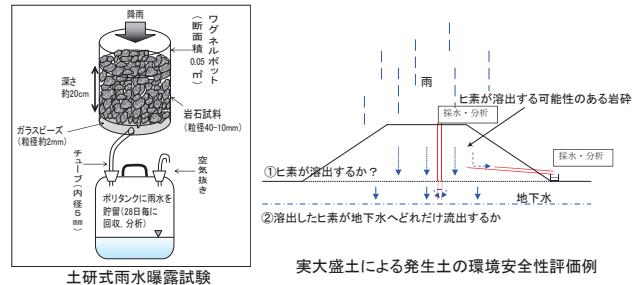
- 短期溶出試験および酸性化可能性試験の結果を用いた長期的な重金属等の溶出特性の評価

土研式雨水曝露試験結果における滲出水中の重金属等の1年間平均濃度が環境基準を超えるものを、**長期溶出**があるもの(下図の黄色部)とすると**短期溶出試験**と**酸性化可能性試験**によっておおむね評価が可能。



実現象再現溶出試験

- さまざまな現場の条件に応じた溶出挙動を把握するための試験で、定まった方法はない。試験方法や条件は、現場条件と影響因子を考慮して個別に設定。
- より適切な発生源評価が可能。準備期間を十分に確保して実施することが望ましい。



影響予測の必要性

現状:

- 発生源の溶出濃度に応じた対策を実施
- 現場状況はほとんど考慮しない対策

理想:

- 敷地境界等の地下水濃度に応じた対策を実施
- 現場状況を詳細に考慮した対応

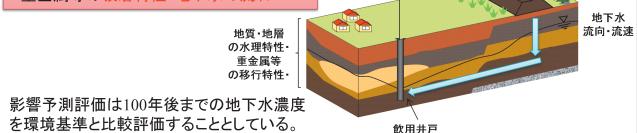
影響予測することにより

- ①敷地境界等の地下水濃度を予測し、
- ②現場状況に応じた対策を選定することが可能

影響予測手法によるリスク評価

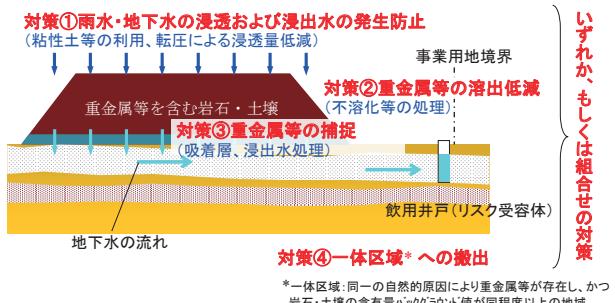
サイト概念モデル: 現場毎の特性を考慮し、環境への影響を評価し、対策するためのモデル。このモデルにより移流分散解析を実施。

- ①発生源: 自然由来の重金属等を含有する岩石・土壤(含有量・溶出量)
- ②周辺状況: 発生源から敷地境界や保全対象までの距離・曝露経路
- ③周辺地盤: 重金属等の吸着特性・地下水の流れ



地下水経由のリスクに対する対策の考え方

- 水と岩石との接触させない
- 重金属等を含む水を環境中に放出しない
(もちろん、処理施設への搬出等を妨げるものではない)



ハンドブックの入手方法

- 書店にて購入できます。

土木研究所ほか編著:「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」大成出版社 2,160円
ISBN 978-4-8028-3193-2

自然由来重金属等を含む発生土の取り扱いについてのご相談窓口

- 判断が難しい場合があります。
 - 発注者を通じて下記でご相談を承ります。
- 国立研究開発法人土木研究所
地質・地盤研究グループ 上席研究員 阿南修司
同 地質チーム 主任研究員 品川俊介
電話 029-879-6769