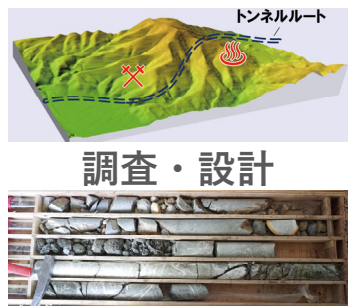
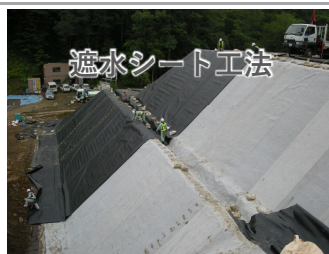
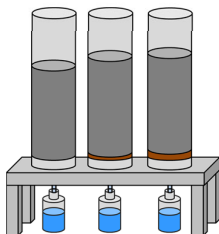


「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（2023年版）」の解説

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所
防災地質チーム 主任研究員 山崎秀策



試験・評価



対策・施工



管理

1

本日の内容

1. 発生土に含まれる自然由来の重金属等とは？
2. 建設工事における自然由来重金属等対策の経緯
3. 国交省マニュアルの概要と改訂版での変更点の解説

14ページの解説
パンフレット

一般社団法人土木研究センター地盤
環境技術検討委員会での作成
現状入手先は、講習会資料としての
配布のみ



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（2023 年版）

本編165ページ
補足資料82ページ

国土交通省HPより
ダウンロード可能
製本版の発売なし

令和5年3月29日

建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への
対応マニュアル改訂委員会

2

「重金属等」とは

- 重金属の科学的定義
 - ・ 比重4g/cm³より重い金属
 - ・ 原子番号26「鉄Fe」より重い金属元素
- 土壌汚染対策法で定める「第二種特定有害物質（重金属等）」
 - ・ As 砒素
 - ・ Pb 鉛
 - ・ Se セレン
 - ・ Cd カドミウム
 - ・ F ぶっ素
 - ・ Hg 水銀
 - ・ Cr⁶⁺六価クロム
 - ・ B ほう素
- CN-シアン化合物（自然界にほとんど存在せず）
≒人為汚染由来

8元素は自然界で普遍的に存在
≒自然由来

元素の周期表(2022)

周期\族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	第Ⅰ族
1	1 H 水素 1.00794- 1.00811	原子番号 元素記号¹⁾ 元素名 原子量(2022)²⁾ 半金属 非金属 ハロゲン ↓																2 He ヘリウム 4.002602	1
2	3 Li リチウム 6.938- 6.997	4 Be ベリリウム 9.0121831	←アルカリ土類金属										5 B ホウ素 10.806- 10.821	6 C 炭素 12.0096- 12.0116	7 N 窒素 14.00643- 14.00728	8 O 酸素 15.99903- 15.99977	9 F フッ素 18.998403162	10 Ne ネオン 20.1797	2
3	11 Na ナトリウム 22.98976928	12 Mg マグネシウム 24.304- 24.307	金属元素										13 Al アルミニウム 26.9815384	14 Si ケイ素 28.086- 28.086	15 P リン 30.973761998	16 S 硫黄 32.059- 32.076	17 Cl 塩素 35.446- 35.457	18 Ar アルゴン 39.948- 39.963	3
4	19 K カリウム 39.0983	20 Ca カルシウム 40.078	21 Sc スカンジウム 44.955907	22 Ti チタン 47.867	23 V バナジウム 50.9415	24 Cr クロム 51.9961	25 Mn マンガン 54.938043	26 Fe 鉄 55.845	27 Co コバルト 58.933194	28 Ni ニッケル 58.6934	29 Cu 銅 63.546	30 Zn 亜鉛 65.38	31 Ga ガリウム 69.723	32 Ge ゲルマニウム 72.630	33 As ヒ素 74.921595	34 Se セレン 78.971	35 Br 臭素 79.907- 79.907	36 Kr クリプトン 83.798	4
5	37 Rb ルビウム 85.4678	38 Sr ストロンチウム 87.62	39 Y イットリウム 88.905858	40 Zr ジルコニウム 91.224	41 Nb ニオブ 92.90637	42 Mo モリブデン 95.95	43 Tc テクネチウム (99)	44 Ru ルテチウム 101.07	45 Rh ロジウム 102.90549	46 Pd パラジウム 106.42	47 Ag 銀 107.8682	48 Cd カドミウム 112.414	49 In インジウム 114.818	50 Sn スズ 118.710	51 Sb アンチモン 121.760	52 Te テルル 127.60	53 I ヨウ素 126.90447	54 Xe キセノン 131.293	5
6	55 Cs セシウム 132.90545196	56 Ba バリウム 137.327	57-71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム 178.486	73 Ta タンタル 180.94788	74 W タングステン 183.84	75 Re レニウム 186.207	76 Os オスマニウム 190.23	77 Ir イリジウム 192.222	78 Pt 白金 195.084	79 Au 金 196.966569	80 Hg 水銀 200.592	81 Tl タリウム 204.383- 204.395	82 Pb 鉛 206.9766- 207.976651	83 Bi ビスマス 208.98040	84 Po ポロニウム (210)	85 At アスタチン (210)	86 Rn ラドン (222)	6
7	87 Fr フランシウム (223)	88 Ra ラジウム (226)	89-103 アクチノイド	104 Rf ラザフォードウム (261)	105 Db ドブニウム (268)	106 Sg シーボーグウム (271)	107 Bh ボーリウム (272)	108 Hs ハッシウム (277)	109 Mt マイテリウム (276)	110 Ds ドームスチウム (281)	111 Rg レンツウム (280)	112 Cn ニホニウム (285)	113 Nh ニホニウム (286)	114 Fl フルロドウム (289)	115 Mc モスコウィウム (290)	116 Lv リベルモリウム (293)	117 Ts テネシン (293)	118 Og オガネソン (294)	7

57 La ランタン 138.90547	58 Ce セリウム 140.116	59 Pr プラセオジム 140.90768	60 Nd ネオジム 144.242	61 Pm プロメチウム (145)	62 Sm サマリウム 150.36	63 Eu ユウロピウム 151.964	64 Gd ガドリニウム 157.25	65 Tb テルビウム 158.925354	66 Dy ジスプロシウム 162.500	67 Ho ホルミウム 164.930329	68 Er エルビウム 167.259	69 Tm ツリウム 168.934219	70 Yb イットルビウム 173.045	71 Lu ルテチウム 174.9668
89 Ac アクチニウム (227)	90 Th トリウム 232.0377	91 Pa プロトアクチニウム 231.03688	92 U ウラン 238.02891	93 Np ネプツニウム (237)	94 Pu プルトニウム (239)	95 Am アメリシウム (243)	96 Cm キュリウム (247)	97 Bk バークリウム (247)	98 Cf カリフォルニウム (251)	99 Es エンスカイム (252)	100 Fm フェルミウム (257)	101 Md メンデルレーヴィウム (258)	102 No ノボリウム (259)	103 Lr ローレンシウム (262)

注1 元素記号の右肩の¹⁾はその元素には安定な同位体が存在しないことを示す。そのような元素については放射性同位体の質量数の一例を()内に示した。ただし、Bi, Th, Pa, U については天然で特定の同位体組成を示すので原子量を与えられる。

注2 この周期表には最新の原子量「原子量表(2022)」が用いられている。原子量は単一の数値あるいは変動範囲で示されている。元素が「数値」で示されている14元素には複数の安定同位体が存在し、その組成が天然において大きく変動するため単一の数値で原子量を与えられない。その他の70元素については、原子量の不確かさは示されただ数値の最後桁にある。

©2022 日本化学会 原子量専門委員会

注1：元素記号の右肩の「*」はその元素には安定同位体が存在しないことを示す。そのような元素については放射性同位体の質量数の一例を（ ）内に示した。ただし、Bi、Th、Pa、Uについては天然で特定の同位体組成を示すので原子量を与えられている。
注2：この周期表には最新の原子量「原子量表（2022）」が示されている。原子量は単一の数値あるいは変動範囲で示されている。原子量は範囲で示されている14元素には複数の安定同位体が存在し、その組成が天然において大きく変動するため単一の数値で原子量を与えられない。その他の70元素については、原子量の不確かさは示された数値の最後位にある。

©2022 日本化学会 原子量専門委員会

3

建設工事における自然由来重金属対策の経緯

- 2002年土壌汚染対策法の制定
 - ・ 平成14年（2002年）に公布（人為汚染された土壌のみを対象）
 - ・ 平成22年（2010年）改正で自然由来汚染も対象となる
- 2002年土木研究所にて自然由来の土壌と岩石への対応の研究を開始
 - ・ 2007年「建設工事における自然由来の重金属汚染対応マニュアル（暫定版）」（共同研究報告書：土木研究所ほか）
 - ・ 国土交通省総合政策局（事業総括調整官室）が「国交省マニュアル」作成委員会を組織（事務局：土木研究所・寒地土木研究所）
- 2010年3月「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）」公表
 - ・ 2015年5月「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」（国交省マニュアルの解説） 発刊
- 2023年3月「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（2023年改訂版）」公表

本マニュアルの取り扱いの前提として、当該工事が関係法令等の対象となる場合には、法令等への対応が優先される。

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改訂委員会

委員長	勝見 武	京都大学大学院 地球環境学専攻社会基盤と技術分野 教授
委員	乾 敬	大阪大学大学院 工学研究科地球総合工学専攻 教授
委員	太田 祥洋	山口大学大学院 創成科学研究科 教授
委員	鈴木 弘明	日本工営株式会社 基盤技術事業部 副技術部長
委員	春倉 宏史	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環環境域試験評価・適正管理研究室長
委員	保高 徹生	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質資源環境研究部門地質化学研究グループ長
委員	阿南 修司	国立研究開発法人 土木研究所 地質研究監
委員	佐々木 哲也	国立研究開発法人 土木研究所 地質・地盤研究グループ土質・振動チーム上席研究員
委員	川端 淳一	鹿島建設株式会社 土木管理本部 土技術部 技術管理部長
委員	阪本 廣行	株式会社フジタ 土木本部 土壌エンジニアリングセンター 土壌環境部エグゼクティブコンサルタント
委員	甲斐 文雄	環境省 水・大気環境局 環境課 土壌環境室 室長補佐
委員	岡崎 雄一郎	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 インフラ情報・環境企画調整官
田委員	中村 雄介、水原 健介、伊藤 隆晃、藤田 宏志（環境省 水・大気環境局 土壌環境課 課長補佐）	
田委員	八尾 光洋、若尾 将徳（国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 インフラ情報・環境企画室長）	
事務局	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課	
	国立研究開発法人 土木研究所 つくば中央研究所・寒地土木研究所	
原案作成者	一般財団法人 土木研究センター 地盤環境技術検討委員会 技術分科会	

4

「国交省マニュアル」の特徴

1. 土対法を踏まえつつ、岩石にも適用可能な 独自の発生源評価を採用

2. 重金属汚染のリスク評価モデルを導入

サイト概念モデルに基づくリスク評価を導入し、地下水等の飲用摂取に関する対応目標として、地下水環境基準のほか、地下水のバックグラウンド濃度を考慮している。

3. 多様な対策工法の提示

土壌汚染対策法に位置づけられている標準的な対策工法（二重遮水、不溶化等）に加えて、一重の遮水工封じ込め、吸着層工、転圧工、水処理工、自然地盤吸着なども採用可能

4. 維持管理（モニタリング）方法の提示

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（2023 年版）

令和 5 年 3 月 29 日
建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への
対応マニュアル改訂委員会

5

改訂版マニュアルでの変更点

- 平成22年（2010年）の暫定版公表から10年超が経過し、その間の対応事例の蓄積、新たな調査・対策工の普及等を踏まえた改訂を実施。

・2023年改訂版での主な変更点

- 重金属等に加え、**酸性土への対応**を追加
- 溶出評価への**実現象再現溶出試験**の活用を推奨
- 発生土の**受入先のリスクレベルに応じた**最適な対策選択の考え方を整理
- 重金属等の全含有量を用いた**スクリーニング基準を廃止**
- モニタリング方法の明確化**

6

国交省マニュアルの構成と本日の解説箇所

第1章総説(pp.1-13) 1.1 マニュアルの目的 1.2適用範囲 1.3留意事項 1.4用語の定義と解説	第3章調査(pp.62-114) 3.1調査の目的およびその概要 3.2事業段階に応じた調査の進め方 3.3調査・試験方法 3.3.1資料等調査 3.3.2地形・地質調査 3.3.3水理・水文調査 3.3.4地質試料の採取と試験試料の調製 3.3.5水質試験 3.3.6地盤物性調査 3.3.7 要管理土の評価のための試験 3.3.8 実現現象再現溶出試験 3.3.9必要に応じて実施する試験 3.4要管理土のリスク評価における影響予測のための調査
第2章自然由来重金属等含有土および酸性土への対応の基本事項(pp.14-61) 2.1 対応の基本的考え方 2.2対応の検討の進め方 2.3法的枠組みへの対応 2.4地質状況の把握と発生土の性状把握 2.5重金属等の起源の確認 2.6 要管理土の区分 2.7要管理土の受入先 2.8 要管理土を盛土等に利用する場合の対応目標の設定 2.9 要管理土の発生源評価 2.10 要管理土のリスク評価 2.11対応方針の決定 2.12構造物の機能およびその安定性の確保	第4章要管理土への対応(pp.115-164) 4.1要管理土を盛土等に利用する場合の対応 4.2土質改良が必要な場合の対応 4.3対策工法 4.3.1盛土に利用する場合 4.3.2埋戻しへの利用 4.3.3水面埋立への利用 4.4施工時の拡散防止対策 4.5 モニタリング 4.6施工後の管理と記録の保管
参考資料1～19(p.165-256)	

7

改訂版マニュアルでの変更点：マニュアルの目的（1.1,p.1）

- 2010年暫定版
本マニュアルは、公共工事として実施される建設工事において、自然由来の重金属等を含有する岩石、土壌、あるいはそれらの混合物（以下、「岩石・土壌」という）に起因する人への健康への影響のおそれが新たに発生する場合の調査、設計、施工及びモニタリングにおける技術的な対応方法を示すものであり、その影響の防止を目的とする。
- 2023年改訂版
本マニュアルは、公共工事として実施される建設工事（以下、「公共建設工事」という。）において、自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌、あるいはそれらの混合物（以下、「自然由来重金属等含有土」という。）に起因する人の健康への影響のおそれ、あるいは掘削などに伴い、**長期にわたり酸性水を発生させる岩石・土壌**、あるいはそれらの混合物（以下、「酸性土」という。）による生活環境への影響のおそれが新たに発生する場合の標準的な技術的対応方法を示すものであり、**周辺の環境安全性を確保しながら効率的な事業施行の推進を図る**ことを目的とする。

自然由来重金属含有「岩石・土壌」
+
酸性土への対応

健康への影響の防止
↓
効率的な事業施行の推進

「土は有効な資源であるため、適切に活用すべきである」

8

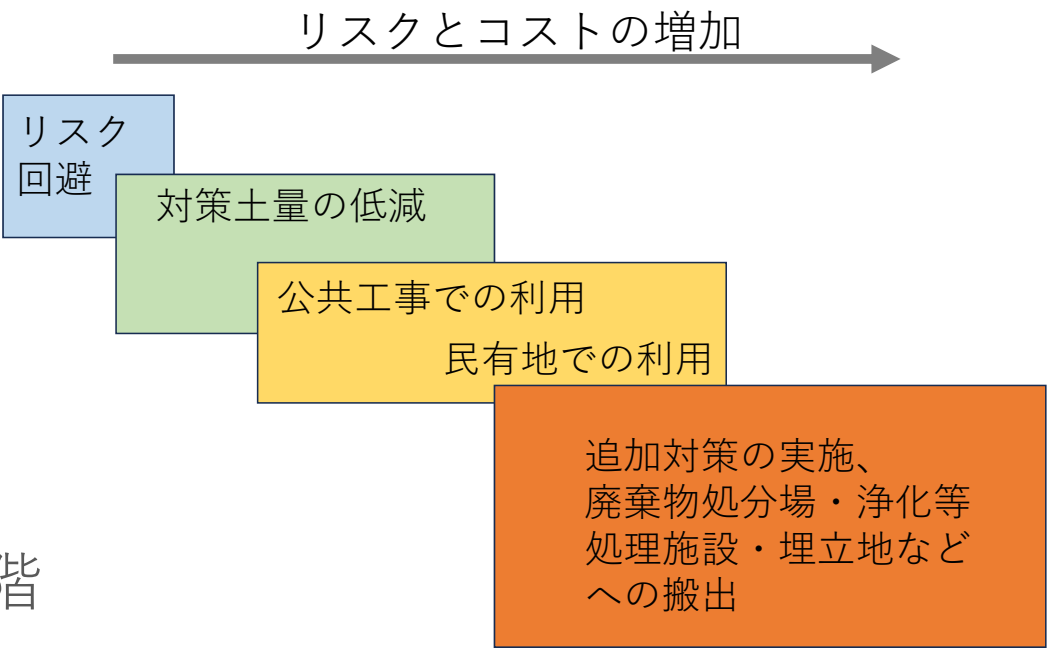
建設工事における自然由来重金属対策の流れ（2.1）

1. 計画段階

- ①事業計画
- ②概略設計
- ③詳細設計
- ④施工計画

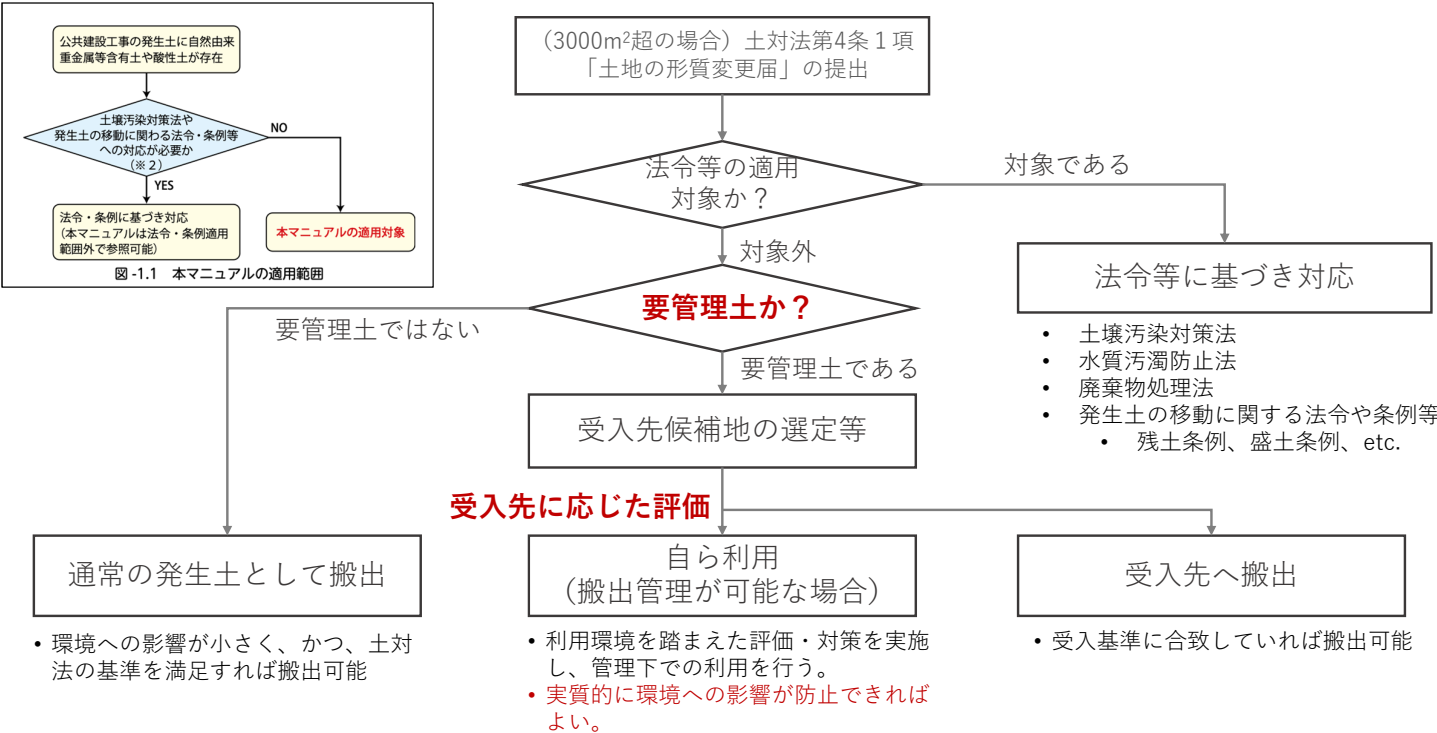
2. 施工段階

3. 維持管理段階

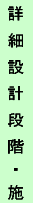


（一社）土木研究センター「概要説明資料」より引用 11

受入先の状況に応じた対応方法の選択（2.1）

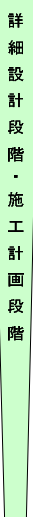


事業計画段階・概略設計段階



13

詳



14

本マニュアルに基づく対応の流れ

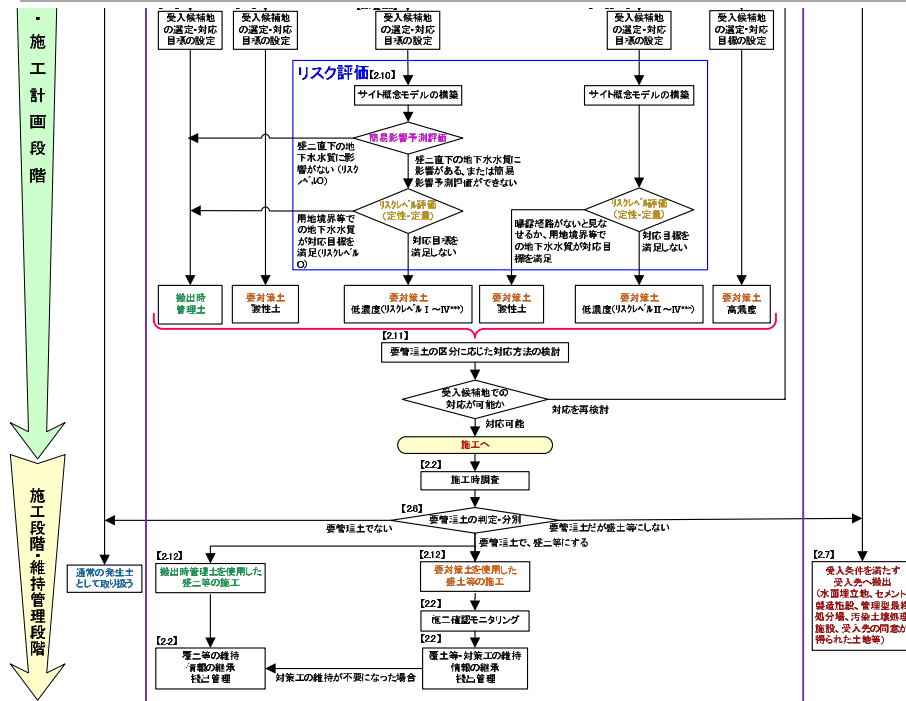


図-2.1.3 本マニュアルに基づく対応の流れ

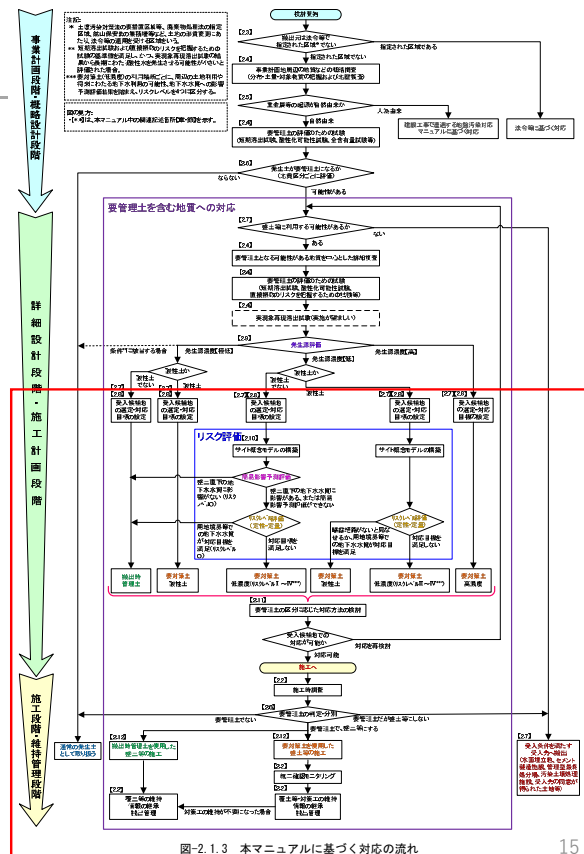


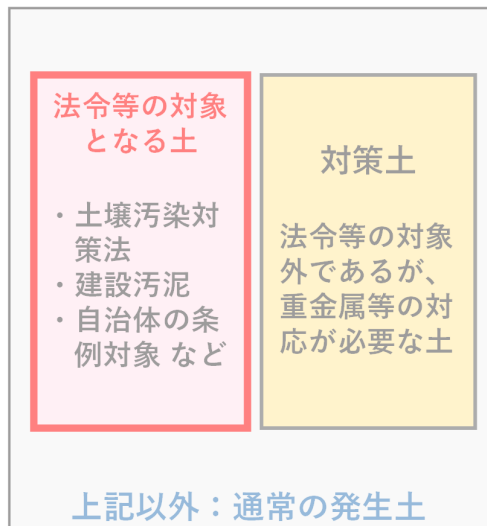
図-2.1.3 本マニュアルに基づく対応の流れ

15

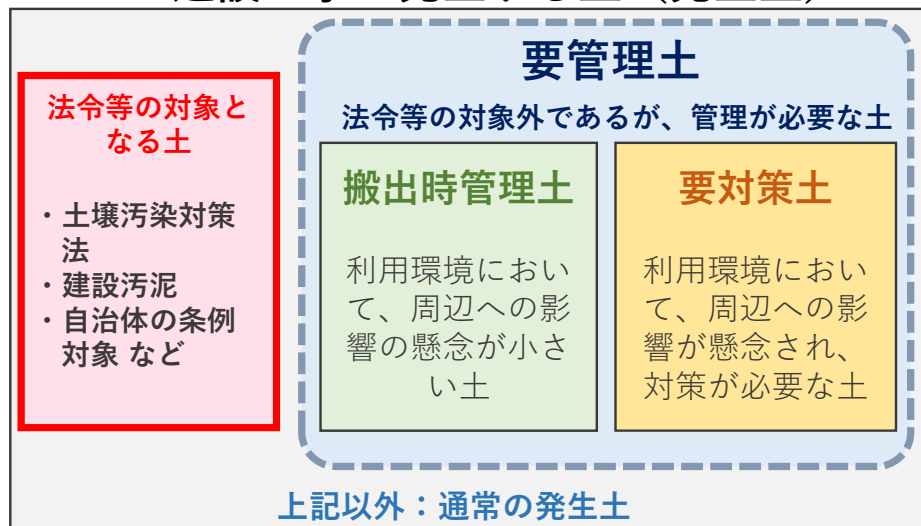
発生土の分類方法の変更点：「要管理土」の細分類（2.1）

- 従来の「対策土」を「要管理土」とし「要対策土」と「搬出時管理土」に細分受入先とリスク評価対象のレベルに応じた、標準的な対応方法を整理

2010年暫定版



建設工事で発生する土（発生土）



発生土の分類方法の変更点：「要管理土」の細分類

土：地山の掘削物の総称。すなわち、固結した岩盤の掘削物および土壌。

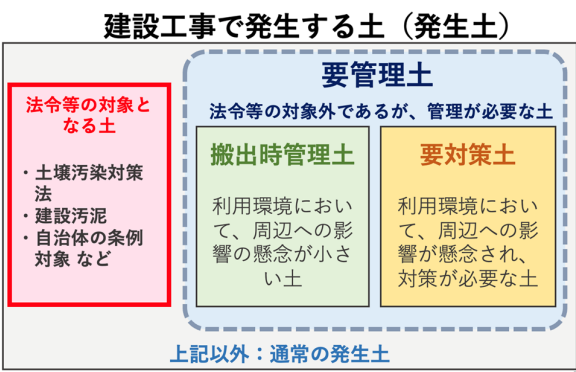
発生土：建設工事に伴い副次的に発生する土。

• 通常の発生土

- 土対法基準を満足し、長期的に重金属等の溶出や酸性化の懸念が小さい

• 要管理土

- 通常の発生土以外の土で、何らかの管理が必要な土。土の属性（重金属等の溶出・酸性水の発生）に加えて、その使い方、搬出先の状況により分類される。



• 搬出時管理土（極低リスク）

• 要対策土（低～高リスク）

- 要対策土（酸性土）
- 要対策土（低濃度）
 - リスクレベルⅠ～Ⅳ
- 要対策土（高濃度）

17

発生土の分類方法の変更点：「要管理土」の細分類

• 搬出時管理土→対策不要

置いておくだけなら、環境影響度が小さいが、重金属等を含有・溶出するため管理は必要。

• 要対策土→対策が必要

• 要対策土（酸性土）

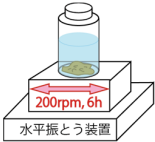
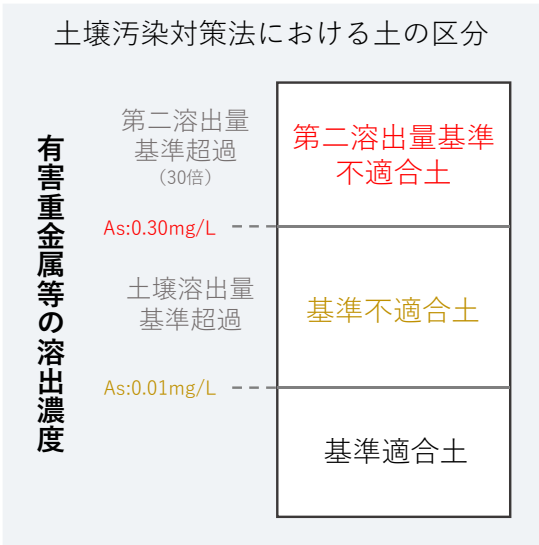
重金属等の溶出は少ないが、酸性化を伴う

• 要対策土（低濃度）リスクレベルⅠ～Ⅳ

有害物質の種類と濃度、搬出先の環境、水利用の状況等の兼ね合いにより、リスクレベルを区分

• 要対策土（高濃度）

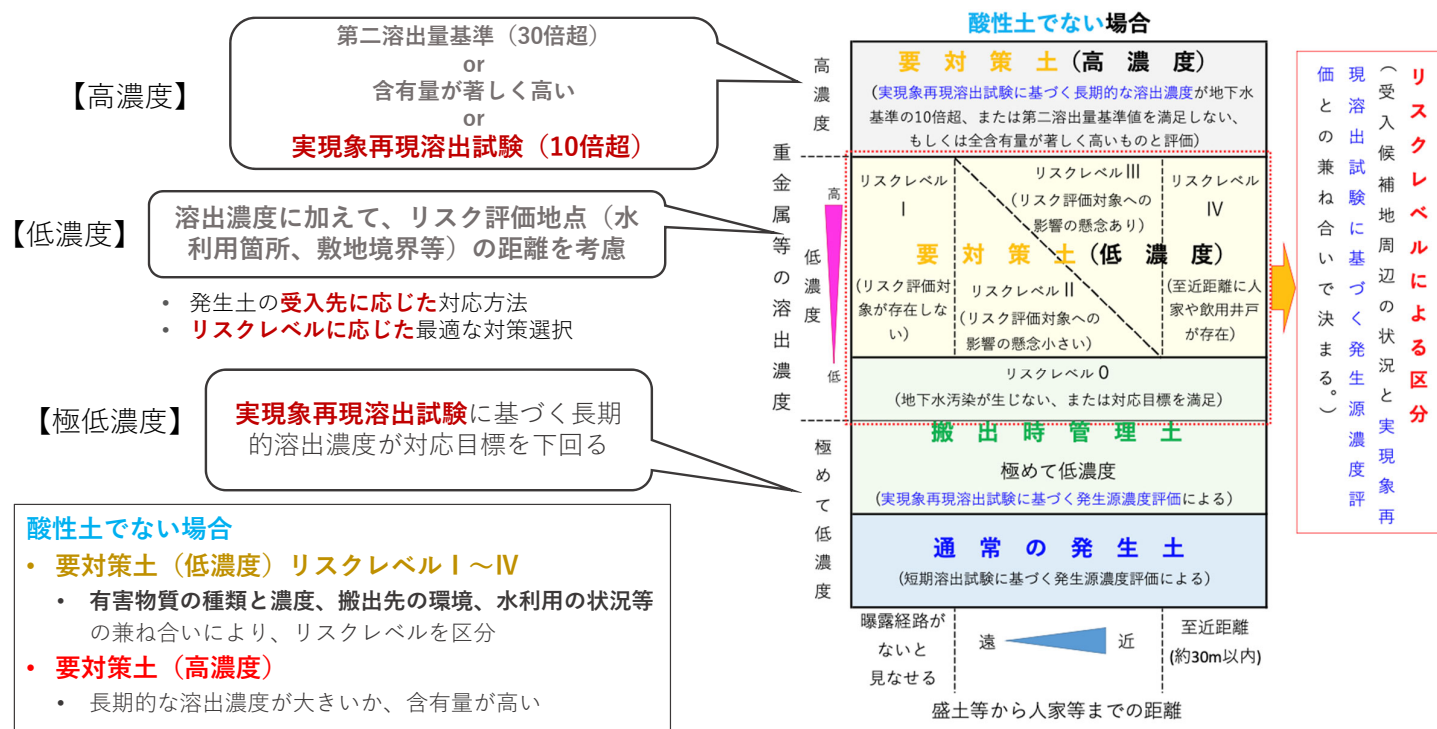
長期的な溶出濃度が大きい、含有量が高い



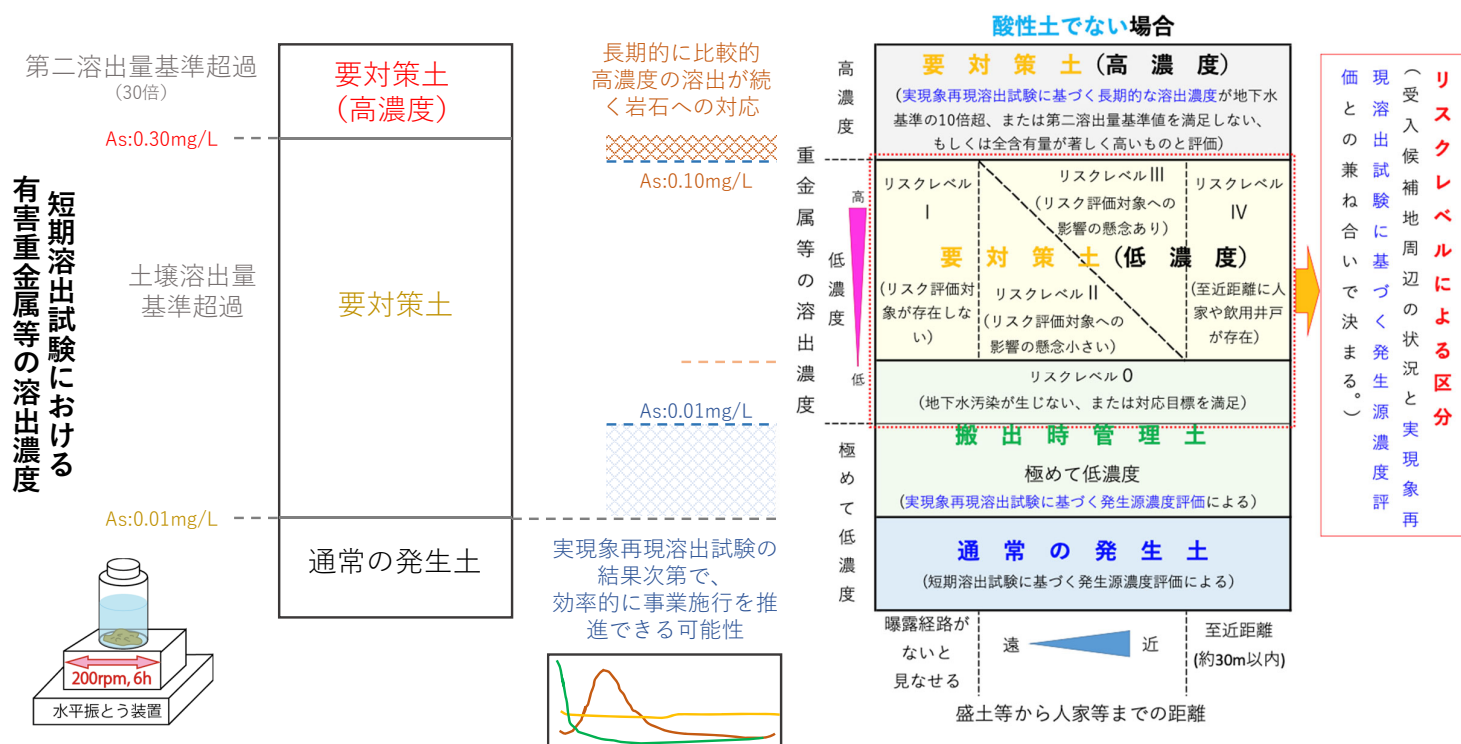
溶出試験結果で区分
利用場所の条件は考量されない

18

発生土の分類方法の変更点：「要管理土」の細分類



発生土の分類方法の変更点：溶出濃度による区分



発生土の分類方法の変更点：リスクレベルの区分

・要対策土（低濃度）リスクレベルⅠ～Ⅳ

・リスクレベルⅠ（場の条件から判断）

地下水経路の曝露経路がないと見なせる場所
地下水が飲用される可能性がほとんどない場所

- ・ 海岸沿いの土地、岩盤が浅所に存在する場所など

・リスクレベルⅡ

対策を実施しない場所においても、人家や引用井戸の近傍まで汚染地下水が到達する可能性が小さい場所

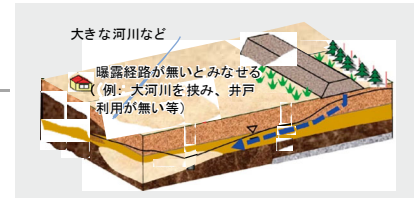
・リスクレベルⅢ

対策が実施しない場合に、人家や引用井戸の近傍まで汚染地下水が到達する可能性がある場所

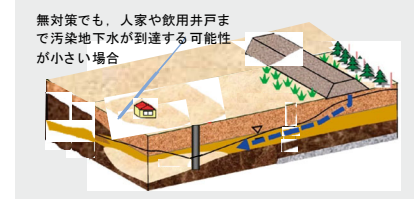
・リスクレベルⅣ（距離のみで決まる）

敷地に隣接するか、ごく近傍に人家や引用井戸が存在する場所

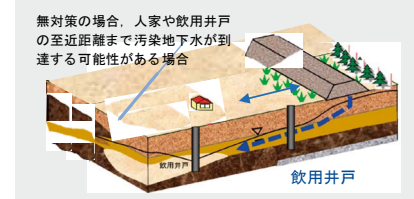
定量的評価（影響予測評価）により分けることが可能（一部はリスクレベル0に区分）



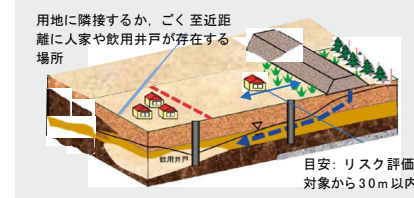
リスクレベルⅠ



リスクレベルⅡ



リスクレベルⅢ

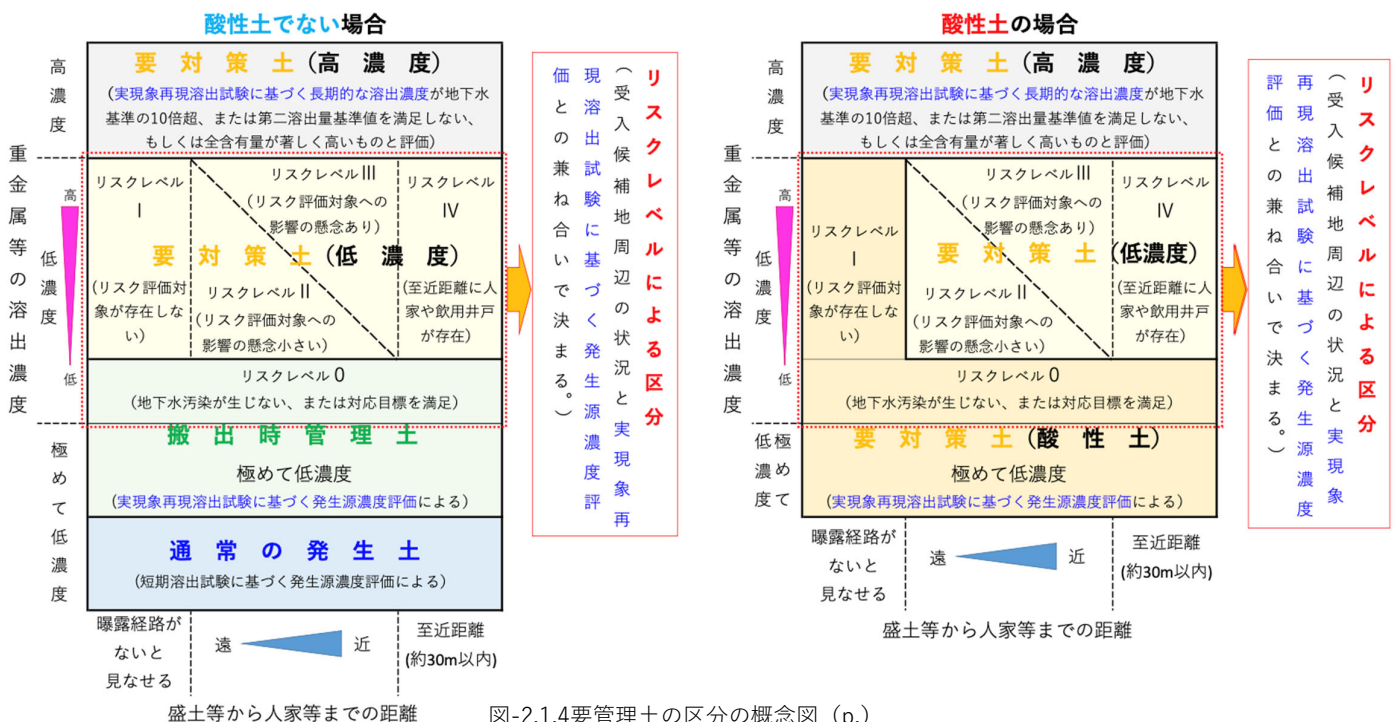


リスクレベルⅣ

（一社）土木研究センター「概要説明資料」より引用

21

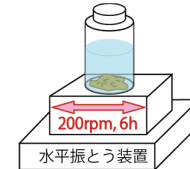
発生土の分類方法の変更点：酸性土の取り扱い



22

重金属の溶出量を推定する方法：短期溶出試験

- 短期溶出試験法には、迅速判定が可能な利点と、実環境・利用有姿に対応しない課題がある
- 特定有害産業廃棄物の判定試験(環告13号試験：1972(昭和48)年)
 - 固液比1：10で6時間の反復水平振とう溶出試験の検液で評価
 - 試料は廃棄物の利用有姿とし、径5mm以下とする。
- 土壤汚染対策法に基づく溶出量調査試験（環告18号に定められ、環告46号試験（1991(平成3)年）の付表を引用）
 - 固液比1：10で6時間反復水平振とう溶出試験
 - 「土壌試料」を中小礫、木片等を除き、土塊、団粒を粗砕した後、2mm以下のふるい通過分を使用
- 「岩石・土壌」の溶出試験法（本マニュアル：環告18号試験に準拠）
 - 固液比1：10で6時間反復水平振とう溶出試験
 - 「岩石・土壌」試料は粉碎し、2mm以下のふるいを全量通過させて使用
 - 利点：掘削後に伴う新鮮な破断面での評価を行うことができる。
 - 問題点：試料がボーリングコア試料など、利用有姿（岩塊）での試験が困難である。
 - 問題点：固液比が利用有姿を反映していない（例えば土壌間隙率なら0.3程度）、また地中での希釈・遅延・拡散が考慮されない。
 - 実環境に対して、溶出量を過大or過小に評価していることが想定される。



酸性化（酸性土）の指標

- 短期溶出試験（環告18号試験）のpHおおむね4.0以下、30% H_2O_2 を用いた酸性化可能性試験でのpH3.5以下
- 一般排水基準（ $\text{pH}<5.8$ ）

23

実現象再現溶出試験による評価（3.3.8,p.98～）

- 2010年版4.9.4実現象再現溶出試験
 - 実現象溶出試験は、岩石・土壌の性状、工事内容、水文環境等の条件により変化する自然由来の重金属等の溶出特性を把握するために行う。
- 2023年版3.3.8実現象再現溶出試験
 - 発生土を盛土等に利用する場合は、発生土からの重金属等の溶出や酸性水の発生については、発生土が置かれる環境の実態に即して把握し、評価を行う一助とするために、**実現象再現溶出試験を実施することが望ましい。**

酸性化可能性試験で
要対策土（酸性土）

短期溶出試験で
要対策土（低濃度）

要対策土（酸性土）

搬出時管理土

要対策土（低濃度）

実現象再現溶出試験は、現場ごとに異なる発生土の性状や、発生土と水との接触条件、溶出環境などの影響因子を考慮して試験方法を任意に設定する試験である。本試験の実施によって、現場条件により近い条件での発生土からの重金属等の溶出、滲出水のpHやこれらの経時変化を評価できる。

試験の実施に当たっては、試験時間や費用も考慮しつつ、溶出に大きな影響を与える要素を中心に現場に近い条件を設定し、試験を行うことが重要である。本試験の仕様の決定や結果の評価は、専門家の助言を踏まえて行う（ことが望ましい）。

24

各種試験結果による「要管理土」の判定：発生源濃度区分【高】の場合

表-2.9.2 表-2.9.3～2.9.5の凡例

評価項目	記号	○	△	×
短期溶出試験による重金属等の溶出		土壤溶出基準値を 超えない	第二溶出基準値を 満足	第二溶出基準値を 超える
酸性化可能性試験および短期溶出試験の pH		酸性化可能性基準を満足 かつ短期溶出試験の pH が 低い		酸性化可能性基準を 満足しない または短期溶出試験 の pH が低い
直接摂取のリスクを把握するための 試験または全含有量試験		土壤含有量基準値を 超えない	土壤含有量基準値を 超えるが 全含有量は著しく 高くない	全含有量が著しく 高いと専門家が評価
実現象再現溶出試験（溶出濃度評価）		重金属等の溶出濃度が 地下水環境基準値を 超えない	重金属等の溶出濃度が 地下水環境基準値 の 1～10 倍	重金属等の溶出濃度 が地下水環境基準値 の 10 倍を超える
実現象再現溶出試験（酸性化評価）		長期的な酸性化の 懸念がない		長期的な酸性化の 懸念がある

注 1) 実現象再現溶出試験の「－」は試験を実施しない場合を示す。
注 2) 青字は実現象再現溶出試験実施のきっかけを、赤字は発生源濃度区分の決定要因を示す。

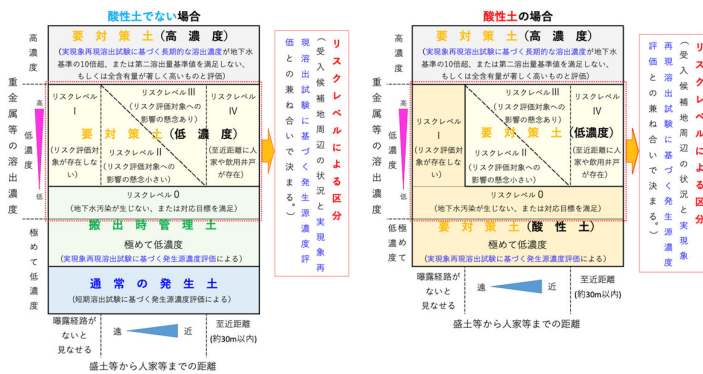


表-2.9.3 高濃度に分類されるものの例

評価項目・区分	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
短期溶出試験による重金属等の溶出	○ or △	×	△	○	○ or △
酸性化可能性試験および短期溶出試験の pH	○ or ×	○ or ×	○ or ×	×	×
直接摂取のリスクを把握するための 試験または全含有量試験	×	○ or △	○ or △	○ or △	○ or △
実現象再現溶出試験（溶出濃度評価）	－	－	×	×	－
実現象再現溶出試験（酸性化評価）	－	－	○ or ×	○ or ×	－
発生源濃度区分	高	高	高	高	高
土の区分 （リスク評価によらず決定）	要対策土 （高濃度）	要対策土 （高濃度）	要対策土 （高濃度）	要対策土 （高濃度）	要対策土 （高濃度）

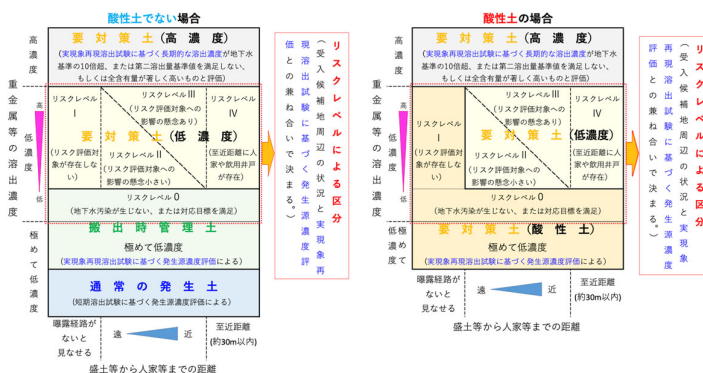
25

各種試験結果による「要管理土」の判定：発生源濃度区分【極低】の場合

表-2.9.2 表-2.9.3～2.9.5の凡例

評価項目	記号	○	△	×
短期溶出試験による重金属等の溶出		土壤溶出基準値を 超えない	第二溶出基準値を 満足	第二溶出基準値を 超える
酸性化可能性試験および短期溶出試験の pH		酸性化可能性基準を満足 かつ短期溶出試験の pH が 低い		酸性化可能性基準を 満足しない または短期溶出試験 の pH が低い
直接摂取のリスクを把握するための 試験または全含有量試験		土壤含有量基準値を 超えない	土壤含有量基準値を 超えるが 全含有量は著しく 高くない	全含有量が著しく 高いと専門家が評価
実現象再現溶出試験（溶出濃度評価）		重金属等の溶出濃度が 地下水環境基準値を 超えない	重金属等の溶出濃度が 地下水環境基準値 の 1～10 倍	重金属等の溶出濃度 が地下水環境基準値 の 10 倍を超える
実現象再現溶出試験（酸性化評価）		長期的な酸性化の 懸念がない		長期的な酸性化の 懸念がある

注 1) 実現象再現溶出試験の「－」は試験を実施しない場合を示す。
注 2) 青字は実現象再現溶出試験実施のきっかけを、赤字は発生源濃度区分の決定要因を示す。



全部○→発生源濃度区分【極低】→通常の発生源土

短期溶出試験△

↓
実現象再現試験○→発生源濃度区分【極低】

↓
搬出時管理土

ただし、酸性化×なら→要対策土（酸性土）

表-2.9.4 発生源濃度区分【極低】に分類されるものの例

分類ケース	No. 6	No. 7	No. 8-1	No. 8-2	No. 9-1	No. 9-2	No. 10-1	No. 10-2
短期溶出試験による 重金属等の溶出	○	○	○	○	△	△	△	△
酸性化可能性試験および 短期溶出試験の pH	○	○	×	×	○	○	×	×
直接摂取のリスクを 把握するための試験 または全含有量試験	○	△	○ or △	○ or △	○ or △	○ or △	○ or △	○ or △
実現象再現溶出試験 （溶出濃度評価）	－	－	○	○	○	○	○	○
実現象再現溶出試験 （酸性化評価）	－	－	○	×	○	×	○	×
発生源濃度区分	極低	極低	極低	極低	極低	極低	極低	極低
土の区分 （リスク評価によらず決定）	通常の 発生源土	搬出時 管理土	搬出時 管理土	要対策土 （酸性土）	搬出時 管理土	要対策土 （酸性土）	搬出時 管理土	要対策土 （酸性土）

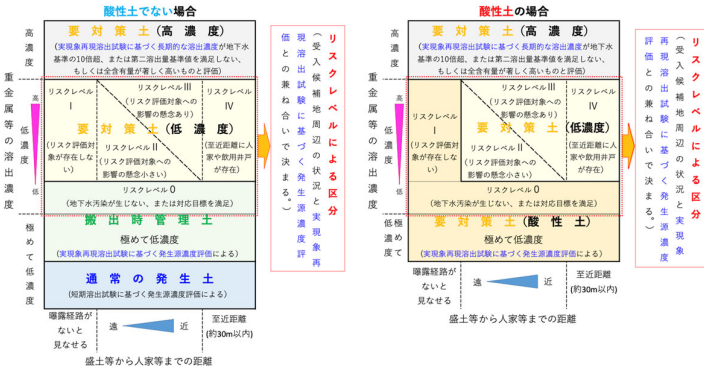
26

各種試験結果による「要管理土」の判定：発生源濃度区分【低・高】の場合

表-2.9.2 表-2.9.3～2.9.5の凡例

評価項目	○	△	×
短期溶出試験による重金属等の溶出	土壌溶出量基準値を超えない	第二溶出量基準値を満足	第二溶出量基準値を超える
酸性化可能性試験および短期溶出試験のpH	酸性化可能性基準を満足かつ短期溶出試験のpHが低い	酸性化可能性基準を満足しないまたは短期溶出試験のpHが低い	酸性化可能性基準を満足しないまたは短期溶出試験のpHが低い
直接摂取のリスクを把握するための試験または全含有量試験	土壌含有量基準値を超えない	土壌含有量基準値を超えるが全含有量は著しく高くない	全含有量が著しく高いと専門家が評価
実現現象再現溶出試験（溶出濃度評価）	重金属等の溶出濃度が地下水環境基準値を超えない	重金属等の溶出濃度が地下水環境基準値の1～10倍	重金属等の溶出濃度が地下水環境基準値の10倍を超える
実現現象再現溶出試験（酸性化評価）	長期的な酸性化の懸念がない		長期的な酸性化の懸念がある

注1）実現現象再現溶出試験の「－」は試験を実施しない場合を示す。
注2）青字は実現現象再現溶出試験実施のきっかけを、赤字は発生源濃度区分の決定要因を示す。



短期溶出試験△あるいは、酸性化可能性試験×
↓
実現現象再現試験（溶出濃度評価）↑
△（環境基準の1～10倍）→発生源濃度区分【低】
×（環境基準の10倍以上）→発生源濃度区分【高】
↓
要対策土（酸性土）
要対策土（低濃度）
撤出時管理土
要対策土（高濃度）

表-2.9.5 表-2.9.4のNo.8-1、No.9-1、No.10-1において実現現象再現溶出試験の結果が異なる場合の例

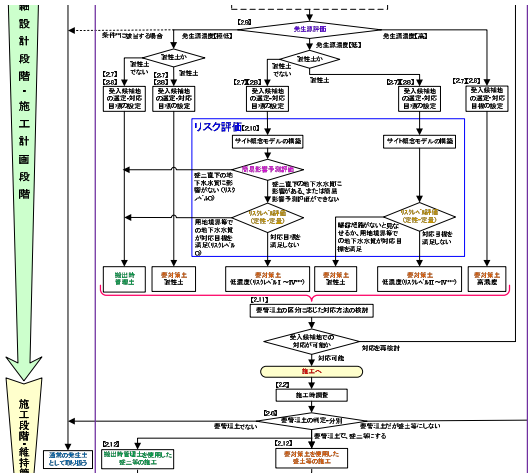
分類ケース	No.8-3	No.8-4	No.8-5 (=No.4)	No.9-3	No.9-4	No.9-5 (=No.3)	No.10-3	No.10-4	No.10-5 (=No.3)
短期溶出試験による重金属等の溶出	○	○	○	△	△	△	△	△	△
酸性化可能性試験および短期溶出試験のpH	×	×	×	○	○	○	×	×	×
直接摂取のリスクを把握するための試験または全含有量試験	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△	Oor△
実現現象再現溶出試験（溶出濃度評価）	△	△	×	△	△	×	△	△	×
実現現象再現溶出試験（酸性化評価）	○	×	Oor×	○	×	Oor×	○	×	Oor×
発生源濃度区分	低	低	高	低	低	高	低	低	高
土の区分	撤出時管理土 or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (酸性土) or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (高濃度)	撤出時管理土 or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (酸性土) or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (高濃度)	撤出時管理土 or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (酸性土) or 要対策土 (低濃度)	要対策土 (高濃度)

実現現象再現溶出試験における酸性水（pH）の判断(2.6要管理土の区分)

改訂前

- 短期溶出試験：おおむねpH4.0以下
- 酸性化可能性試験：pH3.5以下
- あるいは一般排水基準（pH5.8）で判断
- 公共用水域に排水する際に一般排水基準(海域以外においてはpH5.8)

- 「要管理土の判定の目安」における酸性水の判定
- 短期溶出試験の検液のpHがおおむね4.0以下の硫酸起源と考えられる酸性を対象として判定
 - pH(H₂O₂)が3.5以下であっても必ずしも長期的に酸性水を発生するとは限らない。
 - 実現現象再現溶出試験により長期にわたる酸性水の発生を評価することができる。
→要管理土の判定の目安に該当しない土は、酸性化可能性試験や短期溶出試験のpHによらず、通常の発生土として取り扱い可能
 - 有機質土、高有機質土は酸性化可能性試験の適用外となる
→盛土等に利用する場合、実現現象再現溶出試験による評価を行うなど、酸性化の可能性が小さいことを別途確認する。



「要管理土」対策の考え方（第4章要管理土への対応）

表-4.1 要管理土の区分に応じた対策工の選定

土の区分	発生源濃度区分 (発生濃度による判定)	リスクレベル (リスク評価による判定)	選定する対策工の目安
搬出時 管理土	非酸性土で 極低濃度	—	対策工は不要
	非酸性土で 低濃度	0 (低)	必要に応じて水質モニタリング ※覆土は必要
要対策土	低濃度	I	曝露経路がないと見なせる場所 水質モニタリングのみ
		II	対策を実施しない場合においても、人家や飲用井戸の至近距離まで汚染地下水が到達する可能性がある場所 一重の遮水工封じ込め、不溶化工、吸着層工など
		III	対策を実施しない場合、人家や飲用井戸の至近距離まで汚染地下水が到達する可能性がある場所 信頼性の高い対策Ⅱ（二重の遮水工封じ込めなど）、またはその他の対策工（例えばリスクレベルⅡにおける目安となる対策工）に加えてモニタリングを強化
		IV	用地に隣接するか、ごく至近距離に人家や飲用井戸が存在する場所 信頼性の高い対策Ⅱ（二重の遮水工封じ込めなど）に限定し、必要に応じてモニタリングを強化
	高濃度	—	信頼性の高い対策Ⅱ（二重の遮水工封じ込めなど）に限定し、必要に応じて不溶化工の併用や、モニタリングを強化
		(用地に隣接するか、至近距離に人家や飲用井戸が存在する場合は盛土等に使用できない)	

- ・酸性土の場合は、浸透抑制対策（上部遮水工、転圧工）や中和工などの対策も併せて実施
- ・直接摂取リスクのある土の場合は、覆土工、表面被覆工、舗装工などの対策を実施

（一社）土木研究センター「概要説明資料」より引用

表-4.2 盛土における対策工の例（掲載の対策工はマニュアル本文より抜粋）

対象となる濃度区分・リスクレベルの目安	対策工とそのイメージ図	概要
高濃度、低濃度（リスクレベルⅣ）	二重遮水工（二重遮水シートによる封じ込め） 図：二重遮水シートによる封じ込め（下部に吸着層）	盛土構造物の中に、断面を二重の遮水構造とした要対策土を封じ込め、要対策土からの浸透水や湧出水の発生を防止する。
低濃度（リスクレベルⅢ、Ⅱ）	一重遮水工（粘性土による封じ込め） 図：粘性土による封じ込め	盛土構造物の中に、断面を粘性土による一重の遮水構造とした要対策土を封じ込め、要対策土からの浸透水や湧出水の発生を防止する。
低濃度（リスクレベルⅠ）、酸性土	上部遮水工 図：粘性土、シート、アスファルト等による上部遮水	要対策土による盛土等構造物の上部に粘性土、シート、アスファルト、舗装、コンクリート舗装等による遮水工を施す。
低濃度（リスクレベルⅠ）、粘性土	転圧工 図：粘性土を十分に転圧し、透水係数を低下させる	要対策土による盛土等構造物を転圧し、締め固め効果により透水性を低減し、構造物内部からの重金屬等や酸性水の溶出を低減する。
低濃度（リスクレベルⅡ、Ⅲ）、酸性土	不溶化工・中和工 図：地山と要対策土の境界を区別する材料を敷設	要対策土に不溶化材や中和材を添加し、重金屬等や酸性水の溶出を低減する。 資材・実績ともに多数ある。
低濃度（リスクレベルⅢ、Ⅱ）	吸着層工 図：地山と要対策土の境界を区別する材料を敷設	要対策土による盛土等の構造物下面に吸着層を敷設し、重金屬等の地下への浸透を防止する。 長期的な効果に対する知見が必要とされている。
低濃度（リスクレベルⅣ、Ⅲ）	水質モニタリング 図：地山と要対策土の境界を区別する材料を敷設	要対策土による構造物を含む地下水をモニタリングし、汚染されていないことを確認する。 リスクが低い場合に対策工の一つとして実施可能。

29

施工後のモニタリングの留意点（第4章要管理土への対応）

■ モニタリング（マニュアル本文 4.5）

（一社）土木研究センター「概要説明資料」より引用

モニタリングは、自然由来重金屬等含有土に関する調査、設計、施工の各段階で実施してきた一連の作業について、その妥当性の確認、および安全を担保するために重要である。要対策土を盛土等に利用する場合は、工事による水環境への影響確認のため「施工確認モニタリング」を行う。施工確認モニタリングは施工前～施工後にわたり、発生源からの経路となりうる地下水や表流水に対して実施する（表-4.4）。

表-4.4 施工確認モニタリングの概要
（調査項目は通常実施する項目としてマニュアル本文より抜粋）
（モニタリング調査の対象：表流水、湧水、湖沼水、地下水）

各段階	目的	調査項目	
		一般的な工事の水文調査	自然由来重金屬等への対応
施工前	・バックグラウンド値の把握 ・影響予測や施工による影響確認への活用	・流量：工事に伴う湧水等の影響評価	・地下水位：対策工の効果確認 ・水温：水質の基本項目として
施工中	・工事による周辺環境への影響把握 ・対策工の確実な施工を確認 ・必要に応じて重金屬等の溶出や酸性水の発生現象の検討に利用	・流量 ・浮遊物質（SS）：周辺環境水の汚濁有無確認	・pH：酸性土による影響把握や重金屬等濃度の変化の考察 ・電気伝導率：黄鉄鉱の分解反応の進行等の推定
施工後	・工事による水環境への影響確認 ・必要に応じて重金屬等の溶出や酸性水の発生現象の検討に利用	・流量	・重金屬等濃度：工事の影響に伴う重金屬等の拡散の有無確認

※施工後、年4回を最低2年間実施（終了条件の例：2年間以上連続で基準濃度以下を確認）

30

モニタリングの改訂箇所：目的、実施時期、期間の明確化

マニュアル暫定版

マニュアル2023年版

7.1モニタリングの目的

建設工事に伴って岩石・土壌に含まれる自然由来の重金属等により人の健康への影響が新たに発生する可能性がある場合、工事による**水環境への影響と対策効果の確認**、および**リスク評価結果の検証**を目的として、地下水や表流水のモニタリングを行う。

7.2モニタリングの計画

重金属等の種類・曝露経路・移行特性、対策の種類等を考慮して、**適切な項目、手法、配置、頻度等を現地の状況に応じて決定し、モニタリング計画を立案**する。

7.3モニタリング結果の利用と留意点

モニタリングの結果、**重金属等の濃度の時間変化や分布を把握し、予測される濃度や分布との差異を比較することにより、拡散状況や対策の効果を確認**する。モニタリング結果が予測と大きく異なる場合は、その原因を検討し、必要に応じて**リスク評価の条件の見直しや再調査**を行う。対策が十分でないことが判明した場合は、対策の見直しを行う。

4.5モニタリング

要対策土を盛土等に利用、または仮置きした場合などの際には、**原則として**、工事による水環境への影響の確認を目的とする「**施工確認モニタリング**」を実施する。また**必要に応じて**、対策工の効果や搬出時管理土に関するリスク評価結果の確認を目的とする「**効果確認モニタリング**」を実施する。

モニタリングは、事業用地およびその周辺の必要な箇所において、施工前、施工中および施工後にわたって実施する。ただし、対策工の効果確認のためのモニタリングは可能な時期から開始する。

モニタリングの実施にあたっては、モニタリングの目的や現地の状況を踏まえて、対応目標、モニタリング項目、方法、配置、頻度および期間を計画する。

計画した期間が経過した時点で対応目標を満足することを確認した上でモニタリングを終了する。**期間内に**想定と大きく異なる状況が確認された場合は、**モニタリングを継続**するとともに、必要に応じて対策の見直しを行うなどの措置を講じる。

4.6 施工後の管理と記録の保管

31

「施工確認モニタリング」と「効果確認モニタリング」

- **施工確認モニタリング**は、工事による水環境への影響の確認を目的とし、**要対策土を盛土等に利用したり、仮置きした場合などの際に、原則として実施**する。また、必要に応じて掘削場所においても実施することがある
- **効果確認モニタリング**は、**必要に応じて実施**するもので、次の2つの場合での適用を想定している。
 1. ほかの対策工と組み合わせて対策工の効果を確認する場合
 2. 発生源濃度区分が【低】で影響予測に基づき搬出時管理土となった土を盛土等にした場合における、リスク評価結果の確認

従来通りのモニタリング

発生源濃度区分【低】となり搬出時管理土として扱う場合に、リスク評価結果の確認として行うモニタリング
+
要対策土（酸性土）での覆土対策のモニタリングとして実施された事例あり

32

施工確認モニタリングの概要

事業用地内の地下水や滲出水などとその周辺の河川・湖沼水や湧水、地下水(環境水)を対象とする。

施工確認モニタリングは周辺環境への施工の影響を把握するために、**施工前より継続実施**し、対象地域における各測定項目の**バックグラウンド濃度を把握**する。そして、施工中および施工後のモニタリング結果が想定と異なる場合は、必要に応じて追加調査を行ってその変化の原因を把握し、対策を見直すなどの措置を講じる。施工確認モニタリングは施工後まで継続するほか、**リスク評価やリスクコミュニケーションの基本資料となる**ので、対象地域の地形・地質条件、施工場所やその立地条件を十分考慮して計画する。

モニタリングの頻度や期間については、リスクの大きさ、現地状況や対策工の確実性に応じて適切に設定する必要があり、影響予測の結果も参考にしつつ、**専門家の助言を踏まえて定めることが望ましい**。なお、**モニタリング期間に関しては、評価技術の進歩に応じて計画変更することも可能**である。分析項目は、モニタリングの目的を踏まえて適切に選択する。

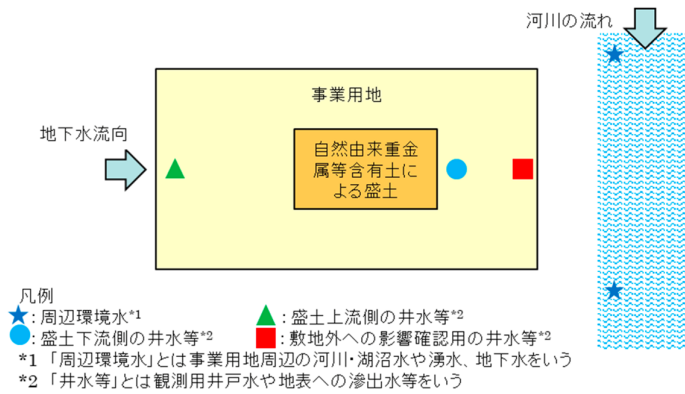


図-4.5.1 モニタリングの配置例

効果確認モニタリング

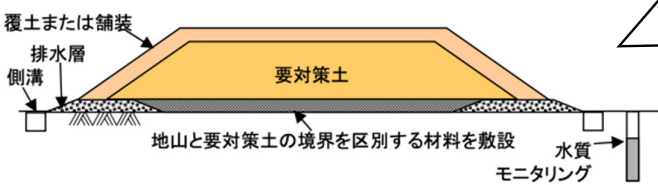


図-4.3.14 効果確認モニタリング

1. 対策工全体の効果の維持やリスク評価結果の確認を目的とする手法

搬出時管理土のうち、発生源濃度区分が【低】となる場合の地下水や表流水のモニタリングが該当

モニタリングの期間として、予測結果から数10年といった長期間が必要となる場合があるが、そのような場合は、**短いモニタリング期間で目的を達成できるよう、工夫することが望ましい**。

遮水工封じ込めの対策効果の把握方法

- ・ トレーサー物質の利用：封じ込め盛土内に遅延係数が小さいトレーサー物質(例えば食塩)を投入しておき、その物質の濃度を測定することで、短いモニタリング期間で対策効果を確認かする
- ・ モニタリング地点を発生源に可能な限り近づける
- ・ 影響予測結果に基づいて、モニタリング地点での管理基準値を低く設定する など

1. 対策工全体の効果やリスク評価結果の確認を目的とするもの
2. 対策工の一部の効果確認を目的とするものに大別できる。計画や実施に当たっては、要対策土(酸性土)も含め、周辺環境への影響を考慮して**専門家の助言を踏まえ、必要に応じて関係者と協議して決定**する。

2. 対策工の一部の効果確認を目的とする手法

対策工の一部要素をモニタリングするもので、対策工の内容に応じて個別に項目を設定する。

例えば、

- ・ 遮水工封じ込め対策では、
 - ✓ 漏洩検知装置による各種のモニタリング
 - ✓ 封じ込め盛土内からの排水量、盛土内水位のモニタリング
- ・ 滲出水処理工では、
 - ✓ 盛土滲出水の水質モニタリングなど

周辺環境のモニタリングの頻度について

- 施工前のモニタリング
 - 季節変動や多雨年と小雨年との差異を明らかにするために可能であれば**着工前2～3年間の調査が望まれる**。
 - モニタリングの頻度は、水質・水位等の季節変動を把握するため、**最低年4回**実施する。降水量に対する水量、水位や水質の応答を把握するため、月1回以上の頻度で計測することが望まれる。
 - 流量、地下水位、pH、電気伝導率などの連続計測が可能な項目については、連続計測を行うことを必要に応じて検討する。

- 施工前のモニタリング
 - 季節変動や年変動による影響を踏まえ、**施工の2～3年前**(一般的に詳細設計段階に相当)**に調査を開始**することが**理想的**である。
 - 周辺環境水のモニタリングは施工中・施工後も継続される可能性があることを踏まえ、季節変動が把握できる頻度(**少なくとも四半期に1度**)で実施する。
 - また、河川の流量、地下水位、pH、電気伝導率などの連続計測が可能な項目については、連続計測を行うことを必要に応じて検討する。

35

モニタリングの調査項目（改訂による変更なし）

表-4.5.2 施工確認モニタリングにおける周辺環境水の調査項目の実施段階と調査目的

調査項目	対象	実施段階			調査目的
		施工前	施工中	施工後	
流量	表流水、湧水	●	●	●	掘削工事に伴う湛水の影響を評価する。 水質に関する各項目の測定結果とあわせて、要対策土からの溶出現象および水-岩石反応の変化などの検討資料とする。
水位	湖沼水、地下水	○	○	◎	掘削工事に伴う湛水の影響を評価する。 地下水の水位測定は、対策工の種類により、その効果の確認に用いられる。また、水位変動に伴う水質変化の有無を把握する。
水温	表流水、湧水、湖沼水、地下水	◎	◎	◎	各計測対象の水質の基本調査項目であり、pHおよびECの温度補正に必要である。
水素イオン濃度指数 (pH)	表流水、湧水、湖沼水、地下水	◎	◎	◎	各計測対象の水質の基本調査項目であり、掘削工事による周辺環境水の水質変化を迅速かつ簡便に把握する。 また酸性土による影響の有無の把握や、重金属等濃度の変化の考察に用いる。
電気伝導率 (EC)	表流水、湧水、湖沼水、地下水	○	○	○	各計測対象の水質の基本調査項目であり、掘削工事による周辺環境水の水質変化を迅速かつ簡便に把握する。 電気伝導率は溶存イオンの総量との相関があるため、黄鉄鉱の分解反応の進行を推定できる。
酸化還元電位 (Eh)	表流水、湧水、湖沼水、地下水	△	△	△	水-岩石反応や各種元素の鉱物への吸着現象は、環境水のpHとともに酸化還元電位の影響を受けるため、生じている現象を推定するための資料とする。
浮遊物質量 (SS)	表流水、湧水、湖沼水、地下水	▲	●	▲	掘削工事や掘削土の処理にともなう周辺環境水の汚濁の有無を確認する。
溶存イオン濃度	表流水、湧水、湖沼水、地下水	△	△	△	要対策土を使用した盛土等の内部や地盤中で起こっている水-岩石反応、および吸着現象を推定するための資料とする。イオン種によっては対策工の効果の確認にも用いることができる。
重金属等濃度	表流水、湧水、湖沼水、地下水	◎	◎	◎	工事の影響に伴う重金属等の拡散の有無を確認する。

- ◎ 自然由来重金属等への対応として重点的に実施
- 自然由来重金属等への対応として実施
- △ 自然由来重金属等への対応として必要に応じて実施
- 一般的な工事の水文調査として実施
- ▲ 一般的な工事の水文調査として必要に応じて実施

流量、地下水位、pH、電気伝導率などの連続計測が可能な項目については、連続計測を行うことを必要に応じて検討する。

重金属等以外の溶存イオンとして、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^{2-} 、 HSiO_4^- などを測定

36

モニタリングの終了判断についての指針を提示

暫定版「…年4回程度の計測…モニタリング結果がリスク評価の結果を上回らないことを2年以上確認すれば、モニタリングを完了しても良い。」

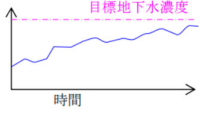
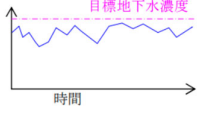
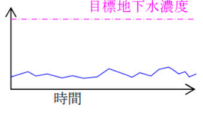
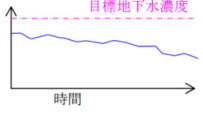
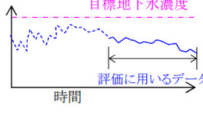
↓
土壌汚染対策法の規定も踏まえると、季節変動を考慮して対策工周辺で年4回程度の計測を行い、（隊宅工の施工後に）水位や水質がある程度一定となった状態で、**モニタリング結果が対応目標を上回らない状態が2年間継続することの確認がなされるまで**、モニタリングを継続する必要がある。

「対応目標を上回らない状態の確認がなされる場合」
対応目標は、**水利用地点で環境基準を満足**できるように設定する。ただし、対応目標は一般排水基準を上回らないよう設定する必要がある。

終了時期は、土壌汚染対策法の「地下水基準に不適合となるおそれがないことの確認方法」¹⁾に準じて判断する(表-4.5.4)ことが考えられる。

¹⁾環境省水・大気環境局水環境課土壌環境室:土壌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(改訂第3.1版)2022, 環境省ホームページ, <https://www.env.go.jp/water/dojo/gl-man.html>

表-4.5.4 対応目標を超えることがないことの判断^{1)を改定}

直近2年間に8回以上の測定結果における地下水濃度の変化傾向			終了の可否
①		上昇傾向にあり、目標地下水濃度を超えないとはいえない	できない
②		目標地下水濃度に近い値で変動している(①の上昇傾向及び④の低下傾向を除く)	できない
③		目標地下水濃度を下回った変動が一定レベルで継続している(①の上昇傾向を除く)	できる
④		低下傾向にある	できる
		完了条件の評価に用いるデータが低下傾向である場合を含む	

37

4.6 施工後の管理と記録の保管

要対策土を盛土等に利用した場合は、盛土等の安定性を維持するとともに、必要な対策工の機能を維持するための管理を行う。盛土等の構造物に損傷が確認されたり、対策工の機能が損なわれた場合には、その程度や内容に応じて適切な対応を図る。

また、要管理土の適切な管理のため、要管理土に関する情報を記録・保管するとともに、管理段階に承継する。

- ① 盛土等の形状変更、移動についての取り扱いを明記
- ② 対策工に応じた点検内容の例示
- ③ 異常時の対応
- ④ 記録の作成と継承

・要管理土の場合

→ 従来通り、原則的には盛土等の形状の変更は行わず、盛土等の安定性の維持と、対策工の機能を維持するための管理を行う。要対策土を使用した盛土等の一部または全部の移動、ないしは事業用地外へ搬出する場合においては、その時点で**改めて本マニュアルの考え方に従った評価**を行う。

・搬出時管理土の場合

→ 地下水・表流水に関する対策が不要な土であることから、**事業用地内での移動が可能**である。ただし、その場合には**他の土と区別できるように施工し、施工後は表面を被覆するとともに、移動に関する記録を適切に更新**する必要がある。なお、**搬出時管理土を事業用地外に搬出する場合**においては、搬出時点で改めて本マニュアルの考え方に従って**要管理土かどうかの評価を行い、適切な対応**を行う。

土壌汚染対策法との整合性

38

4.6 施工後の管理と記録の保管

要対策土を盛土等に利用した場合は、盛土等の安定性を維持するとともに、必要な対策工の機能を維持するための管理を行う。盛土等の構造物に損傷が確認されたり、対策工の機能が損なわれた場合には、その程度や内容に応じて適切な対応を図る。

また、要管理土の適切な管理のため、要管理土に関する情報を記録・保管するとともに、管理段階に承継する。

- ① 盛土等の形状変更、移動についての取り扱いを明記
- ② 対策工に応じた点検内容の例示
- ③ 異常時の対応
- ④ 記録の作成と継承

表-4.6.1 対策ごとの点検の確認内容の例（土壌汚染対策法における措置の場合の例）2）に照準等正

リスク防止の方法	措置の種類	点検内容
曝露管理 （直接摂取）	立入禁止措置	・ 囲い・シート・立て札の損壊 ・ 関係者以外の立ち入り ・ 特定有害物質で汚染された土壌の飛散・流出
	舗装措置	・ 舗装のひび割れや損壊 ・ 雨水の浸入 ・ 特定有害物質で汚染された土壌の飛散・流出
曝露経路遮断 （直接摂取）	盛土措置	・ 盛土の損壊 ・ 降雨による侵食・流出など
	土壌入換え措置	・ 覆いの損壊
	原位置不溶化措置	・ 不溶化した基準不適合土壌の飛散、侵食 ・ 覆いの損壊、観測井の損壊・閉塞 ・ 地下水の水位・水質
曝露経路遮断 （地下水摂取）	不溶化埋戻し措置	・ 覆いの破損 ・ 観測井の損壊・閉塞 ・ 地下水の水位・水質
	原位置封じ込め措置	
	遮水工封じ込め措置	
	遮断工封じ込め措置	

39

4.6 施工後の管理と記録の保管

要対策土を盛土等に利用した場合は、盛土等の安定性を維持するとともに、必要な対策工の機能を維持するための管理を行う。盛土等の構造物に損傷が確認されたり、対策工の機能が損なわれた場合には、その程度や内容に応じて適切な対応を図る。

また、要管理土の適切な管理のため、要管理土に関する情報を記録・保管するとともに、管理段階に承継する。

- ① 盛土等の形状変更、移動についての取り扱いを明記
- ② 対策工に応じた点検内容の例示
- ③ 異常時の対応
- ④ 記録の作成と継承

1. モニタリング結果の異常時

- ・ バックグラウンド濃度の変動
- ・ 施工のタイミングとモニタリング結果の変動
- ・ 地震、豪雨、斜面変動などの発生のタイミングとモニタリング結果の変動
- ・ 事業用地外の状況の変化とモニタリング結果の変動

施工中および施工後のモニタリング結果が想定と異なる場合、必要な追加調査を行って原因を推定する。

2. 盛土が崩壊などの損傷を受けた場合

- ・ **情報公開の徹底**
- ・ 拡散した要対策土の回収
- ・ 対策工の応急対策
- ・ 対策工の修復
- ・ モニタリングの強化

要対策土による周辺環境への影響の軽減の観点から下記の対応を行う。**早期に対応**することで、周辺環境への影響は軽減できる。

40

④記録の作成と継承

要管理土に関する調査、評価(試験結果を含む)、運搬(トレーサビリティ)、対策の設計・施工、維持管理方針およびモニタリング結果などの諸情報を記録・保管し、将来の不測の事態に備える。

報告書・記録内容の例：

- ① 調査・対策に至るまでの経緯(調査・対策の目的・方針)
- ② 調査報告書(自然由来重金属等含有土や酸性土の状況、対策範囲の決定根拠)
- ③ 対策計画書(対策の選定の経過)
- ④ 工事開始前の検討結果
- ⑤ 工事中のモニタリング結果(周辺環境など)
- ⑥ 分析結果の証明書
- ⑦ 変更記録(対策の追加、対策範囲の変更など)
- ⑧ 事業者、関係自治体との打合せの内容
- ⑨ **自然由来重金属等含有土や酸性土の移動記録**

管理台帳などを作成し、要管理土が継続して存在する間、事業者や施設管理者などが保管し、情報を共有することが望ましい。

搬出時管理土・要対策土管理台帳

記載年月日： 年 月 日

工事名称	
発生場所	
受入場所・受入施設 およびその管理者	
施工日	着工日： 年 月 日、 完工日： 年 月 日
施工者名	
対応種別	a. 搬出時管理土 b-1. 要対策土(直接摂取リスク) b-2. 要対策土(地下水・表流水リスク) c. 事業地外に搬出
完工時の法律上の 区域指定(受入先)	I. 要措置区域 II. 形質変更時要届出区域 III. 区域指定なし
搬出時管理土・要対策土の性状	土量、搬出時管理土・要対策土の確認方法、有害物質の種類、分析結果を記す。
搬出時管理土・要対策土の対応方法	a.については覆土等の状況、b.については対策工法、c.については受入先の状況について記す。
対策効果確認の記録	対策効果の確認方法と調査結果(表流水・地下水、不溶化工の場合は溶出試験結果等)を記す。
モニタリングの記録	モニタリング場所、方法、結果について記す。
管理の記録	補修等の履歴や再掘削時の対応などを記す。 + 対策箇所の図面等

台帳書式内に記入できない内容は別紙として番号を付け作成すること。

41

おわりに

- マニュアル改訂版では、周辺環境に応じたリスクレベルの設定と、実現象再現溶出試験を活用した新たな発生区分の考え方を設定したことで、より柔軟かつ合理的な重金属等の溶出および酸性水の発生に対応することを推奨しています。
- また、事業実施におけるリスクコミュニケーションの説明材料として活用されることも期待しています。
- 土木研究所では、重金属等の調査・対応に関する調査研究および本マニュアルの普及活動を継続的に実施しています。お困りの際は、重金属等に関する問い合わせ・相談先として、是非ご活用下さい。

つくば中央研究所 地質チーム・寒地土木研究所 防災地質チーム

本マニュアルは今後も改訂が必要であり、そのためには多様な地質に対応した調査・施工等の研究事例の積み重ねが非常に重要です。引き続き、皆様による対応事例の積極的な公表、研究試料の提供、現地実験等にご配慮・ご協力頂きますよう、どうぞよろしくお願いいたします。

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(2023年版)

令和5年3月29日

建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への
対応マニュアル改訂委員会

42